

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



TRABAJO FIN DE GRADO:  
PROYECTO DE ALUMBRADO.  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS  
LUMINOTÉCNICOS Y DE LA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN LA CIUDAD DE PARLA

---

Departamento de Ingeniería Eléctrica

**Autor: Sergio Calvo González**

**Tutor: Esteban Patricio Domínguez González-Seco**



# AGRADECIMIENTOS

---

*Con este proyecto quiero agradecer a todas las personas lo importante de su compañía para haber conseguido llevar esta travesía a su meta.*

*Gracias a toda mi familia por haberme dado la mano y estar a mi lado en todo momento. En especial a mis padres porque gracias a ellos he llegado a ser lo que soy hoy, habiéndome dado un cariño y educación excelentes y motivándome a alcanzar metas como la que aquí se muestra con este Trabajo Fin de Grado.*

*Gracias a esos compañeros con los que he pasado estos últimos años solventando con su ayuda todos los problemas que se me han puesto por delante y llegando junto a ellos a todos nuestros objetivos. Porque han hecho que estos años hayan sido únicos e inigualables, tanto en clase como en los ratos libres.*

*A todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida estudiantil, ya que con el trabajo de todos ha sido posible que hoy se escriban estas páginas.*

*A mi tutor por haberme dado la oportunidad de elaborar este proyecto y llevarlo a buen cauce.*

*A Enrique Bretones por su inestimable colaboración y puesta en práctica de sus conocimientos.*

*A la empresa ARTELEC. SL. y a Ignacio Cambra por su rápida respuesta a la hora de facilitarme los datos necesarios para una correcta ejecución de este proyecto.*

*¡Muchas gracias a todos!*



# ÍNDICE GENERAL

---

AGRADECIMIENTOS.....	1
ÍNDICE GENERAL .....	2
CAPÍTULO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	6
1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	9
1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	11
1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS.....	15
1.4.1 Vía de Acceso a la Población. Calle Pinto .....	15
1.4.2 Avenida Cerro del Rubal .....	17
1.4.3 Avenida Comunidades de Europa .....	18
1.4.4 Calles Londres, París, Roma Berlín, Atenas, Bruselas y Ámsterdam (Polígono Industrial).....	20
1.4.5 Glorietas adyacentes a la Avenida Comunidades de Europa .....	21
1.4.6 Rotonda Entrada .....	21
1.4.7 Glorietas Restantes .....	22
1.5 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA .....	23
1.6 TECNOLOGÍA DE LAS LUMINARIAS .....	25
1.6.1 La Luminaria. Definición y requisitos.....	25
1.6.2 Luz. Fundamentos Teóricos. ....	26
1.6.3 Fuentes Luminosas .....	27
1.7 REGULACIÓN DE LA INTENSIDAD LUMÍNICA .....	38
1.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	39
1.9 ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS .....	43
1.9.1 Luminaria Rolle.....	43
1.9.2 Luminaria Sforza LED .....	45
CAPÍTULO 2. MEMORIA DE CÁLCULO.....	47
2.1 ASPECTOS A CONSIDERAR.....	48
2.2 IMPLANTACIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	49
2.3 RESUMEN DE CÁLCULOS.....	52
2.3.1 Método de los lúmenes o del factor de utilización .....	52



2.3.2 Método numérico o de los nueve puntos .....	53
2.4 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	55
2.4.1 Calle Londres.....	56
2.4.2 Calle París.....	58
2.4.3 Calle Berlín.....	62
2.4.4 Calle Roma .....	62
2.4.5 Calle Lisboa.....	65
2.4.6 Calle Bruselas .....	68
2.4.7 Calle Ámsterdam .....	70
2.4.8 Calle Atenas.....	72
2.4.9 Avenida Cerro del Rubal .....	74
2.4.10 Avenida Comunidades de Europa .....	76
2.4.11 Calle Pinto .....	79
2.4.12 Rotonda Avenida Cerro del Rubal .....	82
2.4.13 Rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	84
2.4.14 Rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	86
2.4.15 Rotonda colindante calle Pinto .....	88
2.5 CÁLCULOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	90
2.5.1 Calle Londres.....	90
2.5.2 Calle París.....	90
2.5.3 Calle Berlín.....	91
2.5.4 Calle Roma .....	91
2.5.5 Calle Lisboa.....	92
2.5.6 Calle Bruselas .....	92
2.5.7 Calle Ámsterdam .....	93
2.5.8 Calle Atenas.....	93
2.5.9 Avenida Cerro del Rubal .....	94
2.5.10 Avenida Comunidades de Europa .....	94
2.5.11 Calle Pinto .....	95
2.5.12 Rotonda Avenida Cerro del Rubal .....	95
2.5.13 Rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	96
2.5.14 Rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	96
2.5.15 Rotonda colindante calle Pinto .....	97





2.6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	98
CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES .....	105
3.1 GENERALIDADES .....	106
3.1.1 Objeto del pliego .....	106
3.1.2 Condiciones facultativas legales .....	106
3.1.3 Ámbito de aplicación .....	106
3.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	107
3.2.1 Centro de mando .....	107
3.2.2 Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones .....	107
3.2.3 Accesorios .....	107
3.2.4 Pruebas de funcionamiento. Medidas eléctricas .....	107
3.2.5 Obra civil .....	108
3.2.6 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado .....	109
3.3 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	111
CAPÍTULO 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	116
4.1 GENERALIDADES .....	117
4.2 DESARROLLO DEL PLAN DE SEGURIDAD .....	118
4.2.1 Orden y limpieza .....	118
4.2.2 Protección personal .....	119
4.2.3 Herramientas portátiles .....	121
4.2.4 Protección de máquinas .....	122
4.2.5 Equipas de izado y transporte de máquinas .....	123
4.2.6 Excavaciones .....	124
4.2.7 Demolición de estructuras .....	124
4.2.8 Montaje de estructuras .....	124
4.2.9 Andamios y escaleras .....	125
4.2.10 Tráfico de vehículos y peatones .....	127
4.2.11 Riesgos eléctricos .....	127
4.2.12 Soldadura y corte .....	128
4.2.13 Almacenamiento y manejo de materiales .....	129
4.2.14 Prevención de incendios .....	129
CAPÍTULO 5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	131
5.1 INTRODUCCIÓN .....	132



5.2 CUADRO DE MATERIALES.....	133
5.3 CUADRO DE MAQUINARIA.....	134
5.4 CUADRO DE MANO DE OBRA .....	135
5.5 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	136
5.6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO PARCIAL .....	140
5.7 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	142
5.8 CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN.....	143
5.8.1 Reducción de potencia.....	143
5.8.2 Reducción emisiones CO <sub>2</sub> .....	143
5.8.3 Ahorro económico del consumo eléctrico anual .....	144
5.8.4 Amortización de la inversión y estudio de la rentabilidad .....	144
Capítulo 6. CONCLUSIONES .....	148
BIBLIOGRAFÍA .....	150
ÍNDICE DE FIGURAS .....	153
ÍNDICE DE TABLAS.....	155



# CAPÍTULO 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1.1 INTRODUCCIÓN

### Objeto del Proyecto

El proyecto aquí desarrollado tiene como objeto el estudio de mejora del alumbrado público de la población de Parla sobre una instalación base que debido a su antigüedad se ha quedado desfasada en términos de rendimiento y eficiencia energética.

Para conseguirlo, se realizará una actualización de las luminarias ya instaladas por otras más eficientes (en nuestro caso, tecnología LED ya que consiguen el máximo de eficiencia actual) siguiendo todos los pasos que se deben dar para realizar este tipo de obras. Desde la recopilación de información, cálculos luminotécnicos hasta los cálculos de los presupuestos y el periodo de amortización.

### Motivación

Está a la orden del día considerar aspectos fundamentales la eficiencia y el ahorro energético ya que ayudan a desarrollar los procesos productivos y a reducir costes energéticos y emisiones que favorecen la aparición del efecto invernadero.

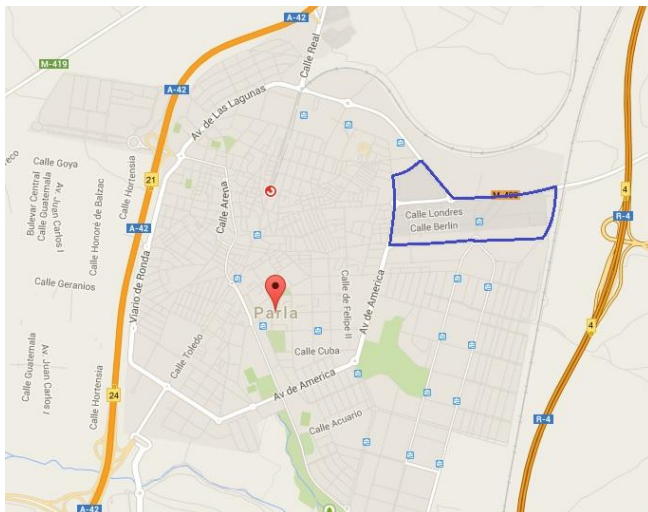
En la actualidad, gran parte de los presupuestos económicos se ven afectados por el alumbrado público, ya que este puede llegar a alcanzar entorno al 50% del gasto energético. Además ocurre que en poblaciones de mucha densidad de infraestructuras, como las ciudades, se produce un fenómeno llamado Resplandor Luminoso Nocturno (comúnmente llamado contaminación lumínica).

Todo esto causa trastornos al ecosistema y supone grandes inversiones de capital en el mantenimiento de las instalaciones y en garantizar el suministro que necesitan estas instalaciones para funcionar. Por tanto, se hace necesario implementar algunas de las tecnologías más modernas que se encuentran en el sector para mejorar la eficiencia.

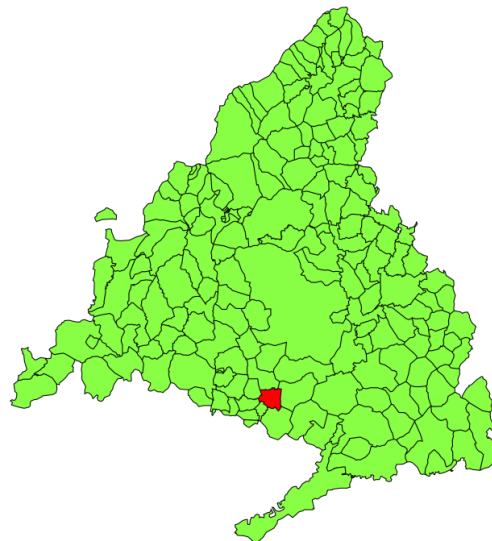
### Descripción de la zona de estudio

La localidad madrileña de Parla será la elegida para la realización de este proyecto. El término municipal de Parla se encuentra en la zona sur de la Comunidad de Madrid, limitando al norte con la localidad de Fuenlabrada; al sur con Torrejón de Velasco y Torrejón de la Calzada; al este con Pinto y al oeste con los municipios de Griñón y Humanes. Se encuentra a una altitud media de 648,5 metros sobre el nivel del mar. En las siguientes figuras podremos ver su localización con más exactitud:

La ciudad de Parla abarca una extensión total de 24,43 km<sup>2</sup> y tiene una densidad de población de más de 5.300 habitantes por km<sup>2</sup> siendo la 52ª ciudad más poblada de toda la Comunidad de Madrid.

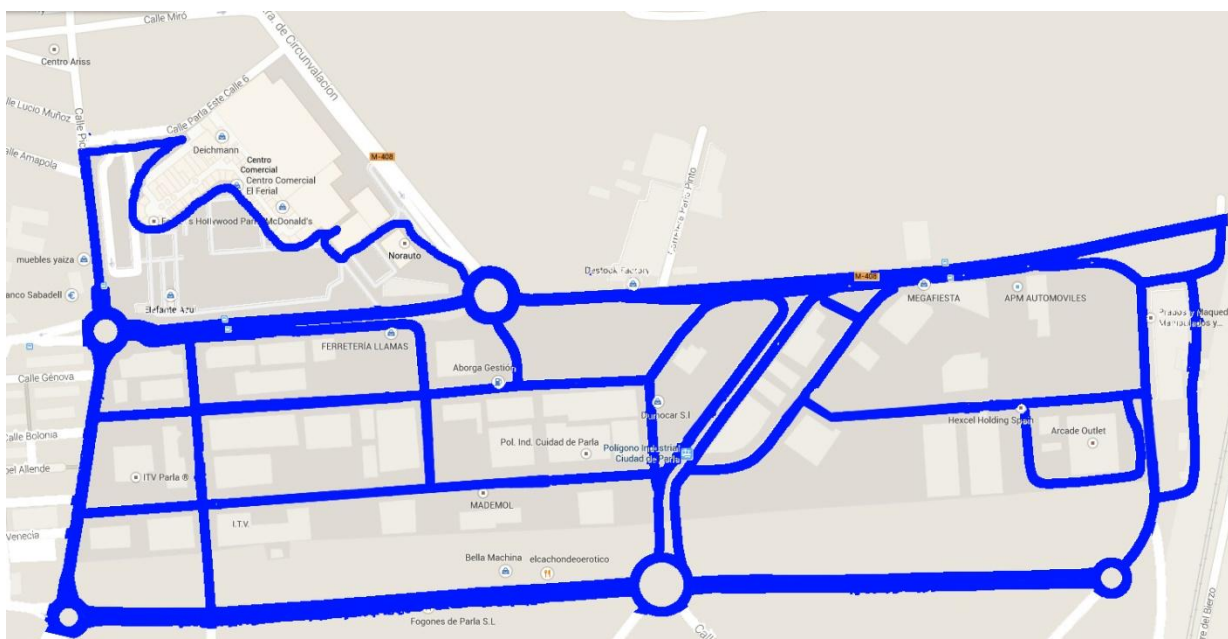


### Figura 2. Situación zona de estudio



### Figura 1. Situación Parla

La zona de ejecución de este proyecto se desarrollará entre uno de los barrios del municipio: el barrio de Parla Este, donde está situado el Polígono Industrial Ciudad de Parla.



### Figura 3. Zona de estudio

La zona a evaluar en este proyecto incluye diversos tipos de iluminación ya que entre los emplazamientos destacan: la calle Pinto, que es una calle de circulación de coches con 3 carriles (2 para la circulación en sentido de acceso a la población y uno para el sentido contrario) y las calles Londres, París, Roma Berlín, Atenas, Bruselas y Ámsterdam que pertenecen al polígono industrial. Además nos encontramos con cinco glorietas y dos avenidas con doble carril para cada sentido de circulación; estas son la Avenida Comunidades de Europa y la Avenida Cerro del Rubal.

## 1.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

El Real Decreto 1890/2008 [1] aprueba el *Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior* que nos dicta una serie de conceptos que hemos de tener claros a la hora de acometer este proyecto. Aplicaremos este reglamento ya que se cumplen las condiciones en él acordadas (más de 1KW de potencia instalada en la instalación correspondiente a alumbrado exterior, tal como se refiere la instrucción ITC-BT 09).

### Intensidad Luminosa (I)

“Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido”. Es decir, es la potencia emitida en forma de luz sobre una superficie. Su unidad es la candela [cd] que equivale a un lumen entre un estereorradián (lm/sr).

### Flujo Luminoso ( $\Phi$ )

Es la “potencia emitida por una fuente luminosa en forma de radiación visible y evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa”. Es decir, nos indica cuanta luz emitimos en una unidad de tiempo hacia una dirección determinada. Su unidad es el lumen [lm] que equivale a una candela por estereorradián (cd·sr).

### Eficacia Luminosa o Rendimiento Luminoso ( $\epsilon$ )

“Es la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia consumida por ésta”. Se expresa en lúmenes entre vatios [lm/W].

### Flujo Hemisférico Superior Instalado de la Luminaria (FHSinst)

“Se define como la proporción en % del flujo de una luminaria que se emite sobre el plano horizontal que pasa por el centro óptico de la luminaria respecto al flujo total saliente de la luminaria”.

### Iluminancia Horizontal en un Punto de una Superficie (E)

Es el “cociente entre el flujo luminoso incidente sobre un elemento incidente de la superficie que contiene el punto y el área de ese elemento”. Su unidad es el lux [lm/m<sup>2</sup>] y se calcula mediante (1):

$$E = \frac{I(c, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \quad (1)$$

### Índice de Deslumbramiento (GR)

“Es el índice que caracteriza el nivel de deslumbramiento (Glare Rating), mediante la formulación empírica reflejada en la norma CIE 112:94 según la siguiente expresión” (2):

$$GR = 27 + 24 \cdot \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0.9}} \quad (2)$$

### Luminancia en un punto de una superficie (L)

“Es la intensidad luminosa por unidad de superficie reflejada por la misma superficie en la dirección del ojo del observador”. Se mide en candelas entre metros cuadrados [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]. La expresión que la define es (3):

$$L = \frac{I(c, \gamma) \cdot r(\beta, \text{tgy})}{h^2} \quad (3)$$

Donde r son las características de reflexión del pavimento.

### Luminancia de Velo ( $L_v$ )

“Es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo la facultad del ojo para apreciar contrastes”. Es decir, la luz que produce deslumbramiento. Se expresa según (4) para el conjunto total de una instalación:

$$L_v = K \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \frac{E_g}{\theta^2} \quad (4)$$

Donde K es una constante que varía en función de la edad del observador (su valor medio es de 10 para ángulos formulados en grados y  $3 \cdot 10^{-3}$  para los expresados en radianes),  $E_g$  es la iluminancia en lux sobre la pupila y  $\theta$  es el ángulo formado entre el centro de la fuente deslumbrante y la línea de visión.

### Deslumbramiento Perturbador (TI)

Se define como el “deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. La medición de la pérdida de visibilidad producida por este fenómeno se efectúa mediante el incremento de umbral de contraste”. Se mide en porcentajes y se calcula mediante la expresión (5):

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_m^{0,8}} \quad (5)$$

### Resplandor Luminoso Nocturno

“Luminosidad o brillo nocturno producido por la luz procedente de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas”.

### Relación Entorno (SR)

Se entiende como “la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. La relación entorno es la más pequeña de las dos relaciones entorno calculadas”

## 1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA

Recogido en el artículo 4 de [1], para conseguir una eficiencia energética adecuada en instalaciones de alumbrado exterior, se deben cumplir en ellas una serie de requisitos:

“1º- Los niveles de iluminación de la instalación no superarán lo establecido en la instrucción técnica complementaria ITC-EA-02, salvo casos excepcionales, que requerirán autorización previa del órgano competente de la Administración Pública.”

“2º- Para el alumbrado vial, se cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en la ITC-EA-01. Para el resto de instalaciones de alumbrado, se cumplan los requisitos de factor de utilización, pérdidas de los equipos, factor de mantenimiento y otros establecidos en las instrucciones técnicas complementarias correspondientes.”

“3º- En donde se requiera, dispongan de un sistema de accionamiento y de regulación luminoso, tal y como se define en la ITC-EA-04.”

Por tanto y siguiendo la Instrucción Técnica Complementaria EA-01, podemos definir a la eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior ( $\varepsilon$ ) como la relación entre el producto de la superficie iluminada ( $S$ ) por la iluminancia media en servicio de la instalación ( $E_m$ ) y todo ello entre la potencia activa total instalada ( $P$ ):

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left[ \frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right] \quad (6)$$

Para calcular el valor de eficiencia energética se aplica el producto de los siguientes factores:

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \quad (7)$$

**Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares ( $\varepsilon_L$ ):** Es la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar (se mide en lúmenes entre vatios).

**Factor de mantenimiento ( $f_m$ ):** Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales (se mide en valores por unidad).

**Factor de utilización ( $f_u$ ):** Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias (se mide en valores por unidad).

Cuanto mayor sea el producto de estos tres factores, mayor será la eficiencia energética conseguida.



Teniendo en cuenta la zona de estudio de este proyecto, deberemos tener en cuenta tanto los requisitos mínimos de eficiencia energética para alumbrado vial funcional como para alumbrado vial ambiental ya que encontramos tanto vías urbanas como zonas comerciales. Por tanto, se adjuntan las tablas que deberemos tener en cuenta a la hora de los cálculos de las instalaciones:

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 1. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
$\geq 20$	9
15	7,5
10	6
7,5	5
$\leq 5$	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 2. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental

Para poder distinguir la eficiencia energética total de la instalación se clasificará la instalación en función de su índice de eficiencia energética ( $I_E$ ) que según el Real Decreto [1] “se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ( $\mathcal{E}$ ) y el valor de eficiencia energética de referencia ( $\mathcal{E}_R$ ) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada”, indicada en la tabla 3:

$$I_E = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_R} \quad (8)$$

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $\epsilon_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	–	--
25	29	–	–
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	–	$\leq 5$	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 3. Valores de eficiencia energética de referencia

Con el fin de facilitar la interpretación de estos resultados y con el objeto de unificar lo establecido en otras reglamentaciones, se define una escala de letras que va desde la A (más eficiente) hasta la G (menos eficiente). Este tipo de escala se clasifica (tabla 4) en función del índice de consumo, que no es más que el inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_E} \quad (9)$$

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_E > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_E > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_E > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_E > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_E > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_E > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_E \leq 0,20$

Tabla 4. Calificación energética de una instalación de alumbrado

Por lo que en este proyecto deberemos adjuntar la siguiente información según normativa: eficiencia energética ( $\epsilon$ ), índice de eficiencia energética ( $I_E$ ), medido y la etiqueta que mide el consumo energético tal como se ve en la figura 4.

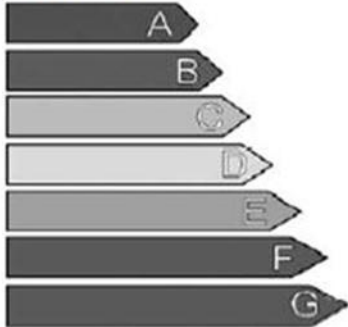
Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p><b>Más eficiente</b></p>  <p><b>Menos eficiente</b></p>	
<p>Instalación:</p> <p>Localidad / calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (kWh/año):</p> <p>Emisiones de CO<sub>2</sub> anual (kg CO<sub>2</sub>/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (I<sub>e</sub>):</p> <p>Iluminancia media en servicio E<sub>m</sub> (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>	

Figura 4. Modelo calificación energética

## 1.4 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS

Para iluminar correctamente una vía, parking, superficie en general, debemos adecuar el nivel de iluminación en función de las características y uso de cada zona de estudio. Según la Instrucción Técnica Complementaria EA-02 de [1], entendemos por nivel de iluminación a todo “el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc)” cubiertos en la citada instrucción. En alumbrado vial, como es este caso de estudio, también podemos hablar de clases de alumbrado.

Por tanto, debemos escoger meticulosamente las lámparas ya que debemos cumplir esta serie de requisitos en función de la zona de estudio. Para ello dividiremos este proyecto en varias zonas como ya se dijo anteriormente. Tendremos en cuenta tanto la velocidad de la vía como la intensidad media de tráfico diario (a partir de ahora IMD) o el tipo de vía al que hacemos referencia.

### 1.4.1 Vía de Acceso a la Población. Calle Pinto

Nos encontramos ante una vía de dos carriles en el sentido de circulación de entrada y uno en el sentido contrario en el que además observamos los puntos de luz que hay dispuestos sobre ella se encargan de iluminar un carril habilitado para una parada de autobús y la calle París del polígono industrial, por lo que debemos ser exigentes con los valores mínimos de iluminación.

Lo primero que deberemos tener en cuenta es la velocidad de circulación de la zona de estudio. Nos encontramos ante una vía con una velocidad de circulación de entre 30 y 60 km/h de velocidad máxima en función del tipo de vehículo circulante, por lo que haciendo uso de la Tabla 1 de la ITC-EA-02 de [1], estamos ante una vía de tipo B.

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 5. Clasificación de las vías en función de la velocidad

Una vez clasificada la vía en función de la velocidad definimos el tipo de vía con la ayuda de la Tabla 3 del ITC-EA-02 de [1], en este caso una vía tipo B1 que requiere una clase de alumbrado ME3C ya que consideramos un IMD superior a 7.000 por ser una vía de acceso a la población y con un centro comercial en sus cercanías.



Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul>	
	Intensidad de tráfico	
	IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul>	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3b ME4b / ME5

(\*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 6. Clasificación vías tipo B

Una vez escogido la clase de alumbrado, buscamos en la Tabla 6 del ITC-EA-02 de [1] los requisitos fotométricos que se han de aplicar en la zona de estudio<sup>1</sup>:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

(3) La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

(4) Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Tabla 7. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B

<sup>1</sup> Si nos encontrásemos ante una zona geográfica con multitud de precipitaciones (120 días de lluvia al año) aplicaríamos la Tabla 7 del reglamento ya que tendríamos que aplicar un requisito adicional de uniformidad global al estar húmeda la calzada.

## 1.4.2 Avenida Cerro del Rubal

Continuaremos con el procedimiento que seguimos en la zona de estudio anterior; primero clasificaremos la vía, en este caso también tipo B al tratarse de una vía de características similares pero con dos carriles por sentido de circulación:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 8. Clasificación de las vías en función de la velocidad

Ahora, analizando la situación de la vía definimos ésta como una vía en situación B1 y con un IMD igual que en la vía de acceso para garantizar seguridad en zonas con mayor probabilidad de tránsito.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
<b>B1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</b></li> <li><b>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</b></li> </ul> <p>Intensidad de tráfico</p> <p>IMD <math>\geq 7.000</math> ..... ME2 / ME3c</p> <p>IMD <math>&lt; 7.000</math> ..... ME4b / ME5 / ME6</p>	
<b>B2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carreteras locales en áreas rurales.</b></li> </ul> <p>Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.</p> <p>IMD <math>\geq 7.000</math> ..... ME2 / ME3b</p> <p>IMD <math>&lt; 7.000</math> ..... ME4b / ME5</p>	

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 9. Clasificación vías tipo B

Y los requisitos fotométricos por tanto, serán iguales a los ya analizados en la Calle Pinto ya que nos encontramos ante la misma clase de alumbrado.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_0$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(4)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Tabla 10. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B

### 1.4.3 Avenida Comunidades de Europa

En este caso, esta avenida nos limita la velocidad de circulación a 20 km/h ya que en una de sus aceras dispone de zona residencial con parques lo que podría suponer un riesgo en caso de atropellos. Por tanto, esta es una vía de clase D:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 11. Clasificación de las vías en función de la velocidad



Al ser una vía de baja velocidad deberemos hacer uso de la Tabla 4 del ITC-EA-02 de [1] teniendo en cuenta un flujo de peatones alto debido a la situación de una zona común con parques en una de sus aceras y un supermercado en la acera contraria, lo que nos dará un alumbrado del tipo CE2:

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</li> </ul> Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal .....	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</li> <li>Aparcamientos en general.</li> <li>Estaciones de autobuses.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</li> <li>Zonas de velocidad muy limitada</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

<sup>(1)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 12. Clases de alumbrado para vías de tipo C y D

Para esta clase de alumbrado la ITC-EA-02 nos indica en la Tabla 9 cuales son los parámetros fotométricos que se han de seguir:

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Tabla 13. Clases de alumbrado para viales tipo D y E



### 1.4.4 Calles Londres, París, Roma Berlín, Atenas, Bruselas y Ámsterdam (Polígono Industrial)

Según el reglamento de circulación las vías situadas en polígonos industriales tendrán, salvo señalización, una velocidad que se sitúa en función del tipo de vehículo entre 30 y 50 km/h y al ser un polígono industrial habrá un IMD menor de 7.000:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	–
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Tabla 14. Clasificación de las vías en función de la velocidad

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</li> <li>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</li> </ul>	
	Intensidad de tráfico	
	IMD $\geq 7.000$ ..... IMD $< 7.000$ .....	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales.</li> </ul>	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD $\geq 7.000$ ..... IMD $< 7.000$ .....	ME2 / ME3b ME4b / ME5

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 15. Clasificación vías tipo B

Por tanto, para esta clase alumbrado, los parámetros fotométricos requeridos son:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Tabla 16. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B

### 1.4.5 Glorietas adyacentes a la Avenida Comunidades de Europa

Debido a su condición de alumbrado específico según [1], las glorietas situadas en zonas urbanas deberán disponer de un nivel de iluminación que será, mínimo, un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación. En este caso, la vía con mayor nivel de iluminación es la avenida Comunidades de Europa con una clase de alumbrado CE2, por lo que la clase de alumbrado en la que catalogaremos estas dos glorietas será un CE1:

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida(1)]	Uniformidad Media $U_m$ [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

Tabla 17. Clases de alumbrado para viales tipo D y E

### 1.4.6 Rotonda Entrada

Siguiendo el mismo criterio que para la zona anteriormente clasificada, esta rotonda dispondrá de una clase de alumbrado del tipo ME2:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia (4) Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> )(1)	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%)(2) [máximo]	Relación Entorno $SR$ (3) [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de ( $TI$ ), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral ( $TI$ ).

(3) La relación entorno  $SR$  debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno  $SR$  será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

Tabla 18. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B

### 1.4.7 Glorietas Restantes

Al estar situadas estas dos en la avenida Cerro del Rubal les corresponderá una clase de alumbrado ME2 según reglamento:

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento ( $f_m$ ) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

Tabla 19. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B



## 1.5 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Si acudimos a la ITC-EA\_03 de [1] entenderemos a la contaminación lumínica o resplandor luminoso nocturno como la luminosidad causada por la difusión y reflexión de la luz en las partículas que se hayan en la atmósfera y que tienen como origen las instalaciones de alumbrado exterior, ya sea por emisión directa de la luz hacia el cielo o por medio de la reflexión de la luz en las superficies iluminadas.

Estos valores se clasifican mediante la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<b>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:</b> Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA:</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Tabla 20. Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

En la zona de proyecto estudiada, el parking del centro comercial y la vía de acceso a la población corresponden a una zona E4 y el resto de la zona de estudio, a un nivel de iluminación E3.

Los valores límite del flujo hemisférico superior instalado corresponderán a las diferentes zonas de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO $FHS_{INST}$
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

Tabla 21. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

Además, con el objeto de limitar los efectos de la luz intrusa procedentes del alumbrado exterior sobre los ciudadanos, la instalación aquí estudiada estará diseñada conforme a los siguientes valores máximos:

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical ( $E_v$ )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias ( $I$ )	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas ( $L_m$ )	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas ( $L_{max}$ )	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ( $L_{máx}$ )	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>

Tabla 22. Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior

## 1.6 TECNOLOGÍA DE LAS LUMINARIAS

### 1.6.1 La Luminaria. Definición y requisitos

Una luminaria podemos definirla como un conjunto de elementos para distribuir, filtrar, controlar, transformar y dirigir la luz emitida por una lámpara, incluye todos los elementos mecánicos, ópticos y eléctricos indispensables para el soporte, protección de las bombillas y su conexión a la fuente de alimentación. Su función es convertir la energía eléctrica en energía lumínica y distribuirla sobre superficies o áreas de uso público, de manera controlada, para satisfacer las necesidades de iluminación de los transeúntes que hacen uso de estas áreas. [2]

Una luminaria se compone de diferentes partes entre las que podemos distinguir:

1. **Carcasa:** su función es proteger todos los componentes eléctricos de agentes externos.
2. **Fotocontrol:** sirve para activar y desactivar la luminaria de manera remota.
3. **Balasto:** conjunto de resistencias, bobinas e inductancias que permite la regulación del suministro eléctrico de manera adecuada para la lámpara.
4. **Reflector:** orienta la luz de la lámpara en una dirección determinada.
5. **Pantalla o refractor:** redistribuye el flujo luminoso mediante la refracción de la luz.
6. **Lámpara:** es el elemento que se encarga de producir la luz.
7. **Condensador:** sirve para evitar caídas de tensión en el circuito eléctrico.
8. **Brazo:** garantiza el soporte de la luminaria en una determinada posición.
9. **Arrancador:** proporciona pulsos de tensión para encender las bombillas de descarga sin calentar los electrodos.
10. **Fusible:** protege los componentes eléctricos en caso de contingencias en el sistema eléctrico.

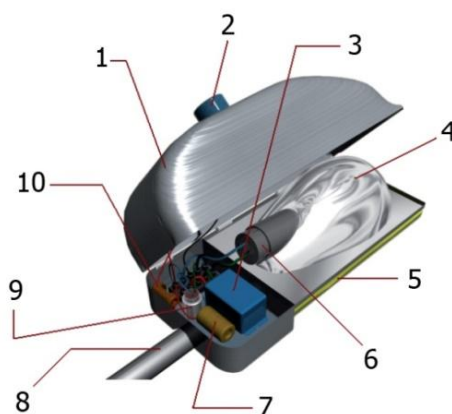


Figura 5. Componentes de una luminaria

Es importante hacer una buena elección de la luminaria ya que todas no sirven para lo mismo. En el caso de las luminarias de exterior, es importante una buena elección ya que están muy expuestas a agentes climatológicos externos, tales como suciedad, humedad, etc. .

En el caso de la protección contra humedad es recomendable para zonas industriales y urbanas:

- IP66 para el compartimento óptico.
- IP44 para el alojamiento del equipo auxiliar.

En lo que se refiere a resistencia mecánica, la norma UNE-EN 60.598-2-3 establece los siguientes valores mínimos:

- IK04 (0,5 Julios) para las partes frágiles (cierres de vidrio, metacrilato, etc.).
- IK05 (0,7 Julios) para el resto de las partes.

### 1.6.2 Luz. Fundamentos Teóricos.

Antes de distinguir entre los distintos tipos de lámparas que existen en el mercado vamos a detenernos a explicar unos conceptos sencillos.

#### Índice de Reproducción Cromática (IRC)

“El índice de reproducción cromática mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores. Este índice se define como el aspecto que muestran los cuerpos iluminados por una fuente de luz tomando como referencia el aspecto cromático que presentan los cuerpos iluminados con la luz del cuerpo negro”[4]. Es decir, cuanto más cercano sea el IRC a 100, más fidedignos se mostrarán los colores del cuerpo iluminado.

#### Temperatura de Color

Definimos la temperatura de color de una fuente luminosa como “la temperatura a la cual un cuerpo negro ideal emitiría una radiación luminosa de una composición cromática semejante a la fuente de luz en estudio” [5].

Fuentes luminosas	Tc (K)	IRC
Luz solar al mediodía	5250	85 a 100
Lámpara fotográfica	3400	85 a 100
Lámpara incandescente en servicio general	2500 a 3050	85 a 100
Llama de bujía	1800	40 a 69

Tabla 23. Valores normalizados

### 1.6.3 Fuentes Luminosas

En la actualidad, podemos encontrar en el mercado una gran variedad de modelos de lámparas, con distintas tecnologías que amplían los rangos de precio y propiedades lumínicas. En el siguiente apartado vamos a describir las 6 tecnologías fundamentales que existen actualmente, desarrollando su composición funcionamiento y propiedades.<sup>2</sup>

#### Lámparas incandescentes

Es la tecnología más antigua capaz de generar iluminación artificial. La patentó Thomas Alva Edison pero su creación se la debemos también a Joseph Swan. Se constituye de los siguientes elementos: una ampolla (normalmente de vidrio) que contiene un filamento de tungsteno que suelda dos alambres de cobre. Estos dos alambres a su vez están soldados con los bornes que forman la rosca del casquillo y el extremo final del casquillo. El casquillo está unido herméticamente a la ampolla que contiene un gas inerte en su interior para evitar que el oxígeno deteriore el filamento. Podemos ver un esquema gráfico de sus componentes en la figura 6.

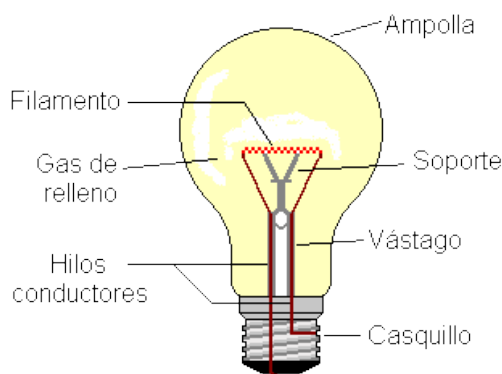


Figura 6. Partes lámpara de incandescencia

El principio de funcionamiento se basa en el efecto Joule: al circular corriente eléctrica a través del filamento de tungsteno, éste se comporta como una resistencia y eleva su temperatura hasta unos niveles en los que el ojo humano es capaz de visualizar las radiaciones que emite. La duración de este tipo de lámparas es inversamente proporcional a la tensión que se le aplique.

A continuación, podemos ver los parámetros que las caracterizan:

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
En torno a 3000 K	85 - 100	10 - 20	60 – 1500
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
700 – 30000	1.000	Instantáneo	Instantáneo

Tabla 24. Características lámpara de incandescencia convencional

<sup>2</sup> Para más información se recomienda consultar las referencias [2], [4], [5] y [6]



Tenemos que añadir que los datos adjuntados anteriormente corresponden a las lámparas de incandescencia convencionales. Con el paso del tiempo se ha evolucionado este concepto sustituyendo el gas inerte por un gas halógeno (normalmente yodo). Esto permite regenerar el tungsteno y reducir su degradación, con la consiguiente mejora de su rendimiento y vida útil.

Los parámetros que corresponden a las lámparas incandescentes de halógenos las vemos en la Tabla 3:

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
En torno a 3000 K	85 - 100	10 - 25	150 – 2000
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
2500 - 45000	2000 – 3000	Instantáneo	

Tabla 25. Características lámpara de incandescencia halógena.

### Lámparas de descarga

Este tipo de lámparas basa su tecnología en la *luminiscencia*. Su funcionamiento consiste en producir una diferencia de potencial elevado que provoque que los electrones libres circulen de un electrodo a otro. Esto hace que los electrones lleguen a chocar provocando que emitan radiación.

Existen varios tipos de lámparas de descarga en función del tipo de gas: de mercurio o de sodio; y descarga: a baja presión y a alta presión.

### Lámparas de vapor de mercurio a baja presión o fluorescentes

El tipo de luminiscencia que se aplica en los tubos fluorescentes es la *fotoluminiscencia* que es causada por la radiación ultravioleta sobre unas sustancias luminiscentes. Este tipo de lámparas están formadas por un tubo de vidrio revestido interiormente por diversas sustancias químicas de carácter fluorescente (de ahí el nombre de esta tecnología), los electrodos, los casquillos de conexión, el gas inerte (argón, neón...) y una pequeña cantidad de vapor de mercurio a baja presión (de 1 a 5 Pascales). Véase Figura 7:

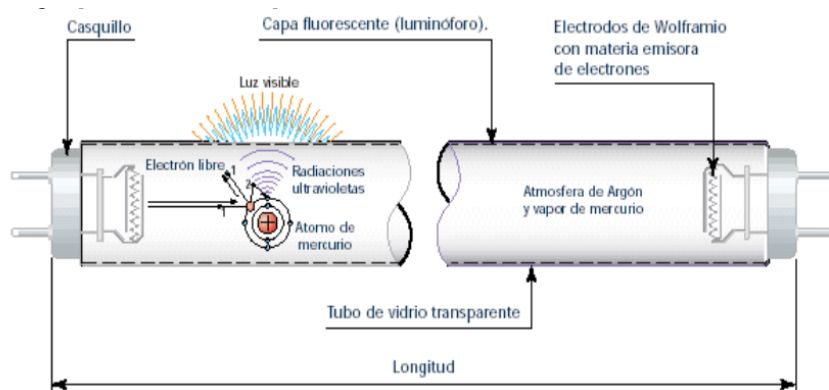


Figura 7. Lámpara de vapor de mercurio de baja presión (Fluorescente) [7]

Éste tipo de lámparas no funcionaría sin unos elementos auxiliares que debe adjuntar la luminaria: el cebador, la reactancia y el condensador.

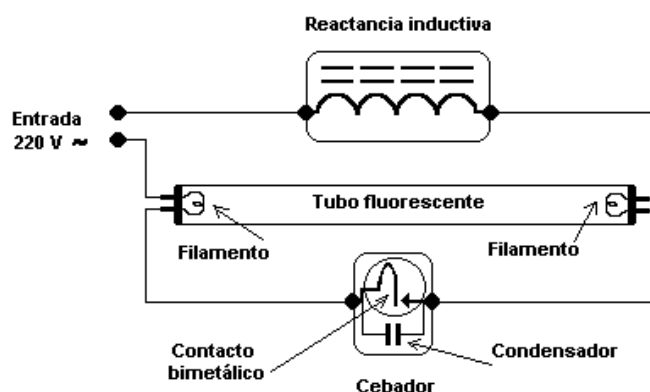


Figura 8. Esquema conexión lámpara de vapor de mercurio

Las características generales de este tipo de lámparas se encuentran en la Tabla 4.

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
2600 (no suele ser habitual) – 6.500	50 - 95	40 - 90	9 - 58
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
450 – 5500	8000 – 10000	Unos segundos	Unos segundos

Tabla 26. Características lámpara de vapor de mercurio a baja presión

Estos datos aportados son de carácter general, ya que a lo largo de los años la tecnología fluorescente ha ido evolucionando introduciendo cambios en la composición química de los fluorescentes (amalgama con indio), que conseguían una eficiencia luminosa mucho más plana; lámparas de tres fósforos que ampliaban la variedad de tonos, mejoraban el rendimiento y miniaturizaron el tamaño de los tubos (del estándar de 38mm se pasó a los 26mm de diámetro). Actualmente se han desarrollado de tal manera, que tenemos lámparas fluorescentes compactas del tamaño de una lámpara incandescente gracias al plegado de los tubos y miniaturizando el equipo auxiliar incorporándolo a un casquillo del mismo tipo que las incandescentes.

### Lámparas de vapor de mercurio a alta presión

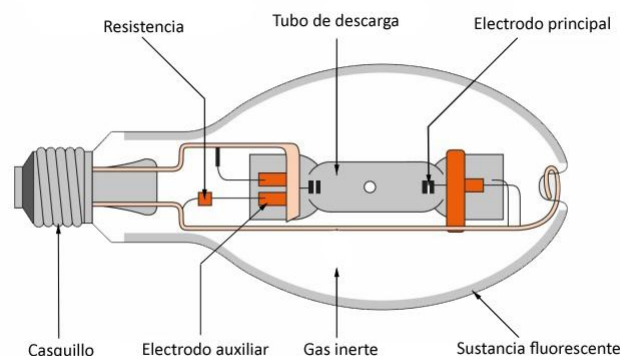
Son las más antiguas dentro las lámparas de descarga y se utilizan el mismo principio de emisión de luz que los fluorescentes: la *luminiscencia*. La diferencia principal radica en que la emisión de luz se produce, en este caso, por el paso de una descarga eléctrica a través de gases luminiscentes. Es lo que se llama *electroluminiscencia*. Esta diferencia se consigue ya que al aumentar la presión (en torno a los 100-400 kPa) del mercurio aumenta la longitud de onda de la radiación emitida lo que hace que se aproxime a la zona visible del espectro electromagnético. La ausencia de radiaciones rojas hace que

este tipo de lámparas sean fácilmente identificables por su característico color azul verdoso.

Hablando de su construcción, las lámparas de vapor de mercurio a alta presión están formadas por un tubo de descarga, generalmente fabricado en cuarzo, para poder resistir las altas presiones y temperaturas, dos electrodos: uno principal que es el que emite electrodos y otro auxiliar empleado para las maniobras de arranque con una resistencia en serie para limitar la corriente. Entre electrodos hay un gas inerte, comúnmente argón y unas gotas de mercurio. Todo esto está envuelto en una ampolla de vidrio para protegerlo físicamente y aislarlo térmicamente.

Al igual que en las lámparas fluorescentes, las lámparas de vapor de mercurio necesitan para su funcionamiento de una reactancia en serie que limita la corriente de arco y facilita el encendido y un condensador en paralelo que corrige el factor de potencia.

El mayor inconveniente que tienen este tipo de lámparas es que se necesita un tiempo de reencendido de entre dos y cuatro minutos ya que no se puede encender la lámpara hasta que no se haya condensado el vapor evaporado en la lámpara ya que la alta presión causa que se requiera una tensión más alta que la nominal de la red.



**Figura 9. Componentes lámpara de vapor de mercurio a alta presión**

Actualmente existen tres tipos de lámparas de vapor de mercurio diferenciadas en el método usado para corregir su tono azulado:

- Lámparas de color corregido: se añade una sustancia fluorescente en la cara interior de la ampolla para convertir parte de la radiación en luz roja.
- Lámpara luz mezcla: Combinan la tecnología vista con la incandescencia. Como consecuencias tienen peor eficiencia y la vida útil viene limitada por el filamento de tungsteno, sin embargo mejoran el valor de IRC.
- Lámpara de halogenuros metálicos: se añaden al tubo de descarga compuestos metálicos en forma de halogenuros (talio, indio, etcétera) para que no ataquen al cuarzo y corrijan la respuesta espectral emitida. Necesitan de un mayor tiempo de reencendido, por lo que se suelen emplear dispositivos capaces de ofrecer un gran pico de tensión (superior a los 5.000 V) para reencenderlas con antelación.

Los parámetros característicos de cada tipo son:

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
3000 – 4500	50	40 – 60	50 – 400
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
1800 – 22000	16000	4 minutos	7 minutos

Tabla 27. Características lámpara de vapor de mercurio a alta presión convencional

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
3500 – 4000	65	20 – 30	160 – 500
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
3100 – 14000	6000	Inmediato	Entre 3 y 8 minutos

Tabla 28. Características lámpara de luz mezcla

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
3000 – 6000	65 - 90	70 - 120	70 – 2000
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
5000 – 170000	Unas 10000	3	Entre 4 y 15 minutos

Tabla 29. Lámpara de halogenuros metálicos

### Lámparas de vapor de sodio a baja presión

Se basan en el fenómeno de la electroluminiscencia. Estas lámparas emiten luz a causa de la descarga eléctrica que se produce dentro de un tubo que contiene vapor de sodio a baja presión (unos 20 Pa). Necesitan el empleo de un autotransformador que limite la corriente que circule por la lámpara y eleve la tensión de la red de la que se alimenta, ya que según la potencia de la lámpara, es necesaria una alimentación para su encendido que parte de unos 400 V y puede llegar a valores de más de 590 V. Además se suele añadir un condensador en paralelo con el autotransformador para que se mejore el factor de potencia.

Un esquema básico de las diferentes partes que componen este tipo de lámpara sería el siguiente (Figura 10):

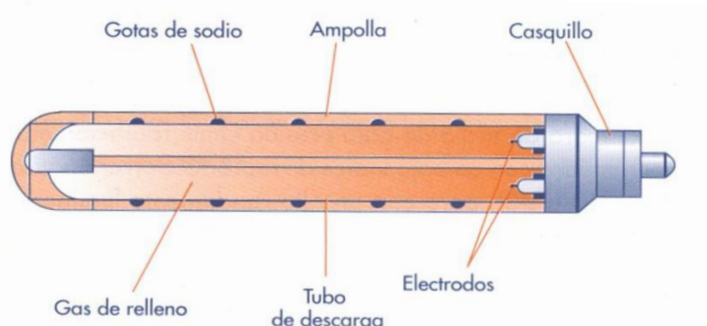


Figura 10. Esquema lámpara vapor de sodio a baja presión

Cuando conectamos una lámpara a la red lo primero que ocurre es una emisión de luz roja debido a la descarga de gas neón que se produce dentro del tubo de descarga. Las emisiones de calor que se producen calientan el sodio evaporándolo lo que causa que, al aumentar la concentración de sodio, se varíe progresivamente a una luz de color amarillo monocromático. La función de la ampolla externa es proteger térmica y mecánicamente al tubo de descarga ya que se alcanzan los 270 °C en él.

El proceso de reencendido de este tipo de lámpara es de 3 a 7 minutos a lo que hay que sumarle que debido a la luz monocromática que emite, la reproducción de los colores es prácticamente nula. A cambio, la radiación emitida es muy próxima a la longitud de onda más sensible del ojo humano (unos 590 nm), gracias a lo cual permiten diferenciar con gran facilidad los contrastes. Además su rendimiento luminoso es muy alto, sobre los 190 lm/W y tienen una gran vida útil.

Estas son sus características detalladas:

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
No se tiene en cuenta	Prácticamente nulo	En torno a 190	18 - 55
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
1800 – 8000	15000 (cambio cada 8000)	Unos 10 minutos	Entre 3 y 7 minutos

Tabla 30. Características lámpara de vapor de sodio a baja presión

### Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Aunque la tecnología de vapor de sodio a baja presión aporta una gran eficiencia energética tiene un grave problema y es que cuando se necesita una reproducción cromática más fiel, este tipo de tecnología no puede ser empleado. Para mejorar la reproducción cromática se hicieron una serie de modificaciones entre las que constan la adición dentro del tubo de descarga (que en este caso no tiene forma de u) de un gas inerte como el xenón, añadiendo a su vez una pequeña cantidad mercurio en la composición de gases ya que éste mejora el espectro que abarca la radiación emitida.

Además se aumenta la presión en el tubo de descarga hasta valores comprendidos entre los 10 y los 100 kPa. Este tubo de descarga está realizado en alúmina policristalina sinterizada ya que no se degrada con el vapor de sodio a altas temperaturas (que superan los 1.000 °C). En la ampolla exterior se prescinde de sustancias fluorescentes ya que las radiaciones ultravioletas emitidas pueden considerarse casi nulas con este tipo de tecnología.

A causa de las altas presiones que hay dentro del tubo es necesaria una alta tensión en el arranque, que suele oscilar entre los 3.000 y los 5.000 V. Para conseguir estas tensiones es imprescindible el uso de una reactancia en serie con unos cebadores que sirven para limitar la corriente y estabilizar los picos de tensión respectivamente. Además se coloca un condensador en paralelo al conjunto para optimizar el factor de potencia. Todo este sistema se puede encontrar en algunas lámparas incorporado lo que permite la sustitución directa de lámparas incandescentes en actividades como expositores y usos de decoración.

Todas estas modificaciones tienen como consecuencia una pequeña disminución de la eficiencia luminosa respecto a las lámparas de sodio de baja presión, que se compensa con un gran aumento del IRC.

Aquí podemos ver el correspondiente esquema de este tipo de lámparas y sus características más importantes:

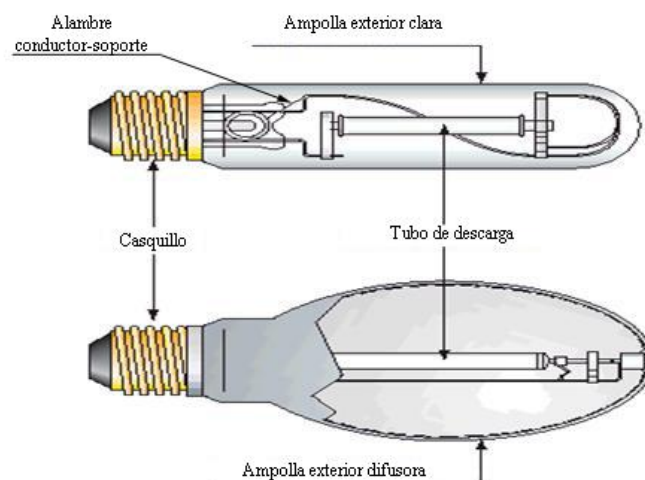


Figura 11. Esquema Lámpara vapor de sodio a alta presión

Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
2200	25 – 80	En torno a 130	70 – 1000
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
7000 – 130000	20000 pero se recomienda cambiarlas sobre 10000	5 minutos (2 con equipos electrónicos)	Entre 5 y 15 minutos (1 con equipos electrónicos)

Tabla 31. Características lámpara de vapor de sodio a alta presión

### Lámparas de tecnología LED<sup>3</sup>

Las siglas LED significan Light-Emitting Diode que traducido al español significa Diodos Emisores de Luz. Un LED es un tipo especial de diodo semiconductor, es decir, es un dispositivo electrónico que permite la circulación de corriente en un solo sentido. Por tanto, los LED tienen polaridad de funcionamiento y en consecuencia, una lámpara de led también. Un LED es un tipo de diodo que además transforma la energía eléctrica en luz monocromática, basando su funcionamiento en la electroluminiscencia. Los materiales de los que se componen son el Indio, Galio y Nitrógeno para la creación de LEDs de tonos que van desde los azules hasta los verdes y Aluminio, Indio, Galio y Fósforo para los tonos que van desde los rojos hasta el ámbar. Por muy moderna que parezca esta tecnología, el primer LED apareció en 1969, pero no se han aplicado en un uso más cotidiano hasta hace pocos años.

En concepto, una lámpara LED es una fuente de luz en estado sólido (SSL, solid state lighting). Esto hace que no dependa de sustancias tóxicas como pueda ser el mercurio y no resulta tan frágil al no necesitar un encapsulado hermético.

Para generar luz blanca con una lámpara LED tenemos dos métodos. La mezcla de luz de tres diodos azul, verde y rojo respectivamente (figura 12 y 13) o gracias al uso de un led azul al que se le adicionan fósforos (figura 14). El primer caso es el utilizado cuando se necesita poner en práctica juegos de colores ya que regulando la intensidad podemos jugar con todo el espectro de colores. En el segundo caso sólo podremos conseguir luz blanca fría (peor reproducción cromática) usando fósforos amarillos o cálida (mejor IRC pero peor flujo) mediante el empleo de fósforos rojos y verdes.

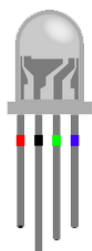


Figura 13. LED RGB

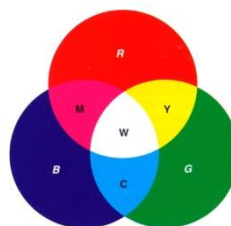


Figura 12. Combinación colores RGB

<sup>3</sup> Para más información, revisar [9]



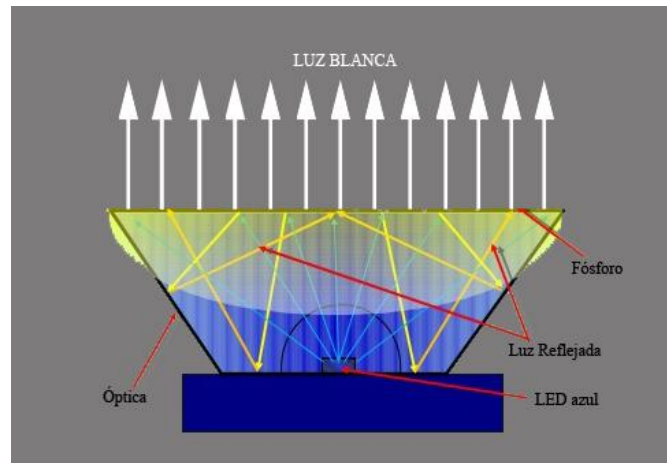


Figura 14. LED azul (UV) con fósforos

En general, las lámparas LED se dividen en cinco partes fundamentales:

1. **Sistema Óptico:** es el encargado de dispersar la luz y variar el ángulo con el que se dispersa la luz. También sirve como protección de los componentes.
2. **LEDs:** son los encargados de emitir la luz. Suelen estar en contacto con una superficie que sirve para que disipen el calor que generan.
3. **Cuerpo de la lámpara:** o disipador ya que su función es extraer el calor de los elementos electrónicos que forman parte de la lámpara para garantizar una temperatura de trabajo aceptable y no perjudicar la fiabilidad.
4. **Driver o transformador:** es el encargado de garantizar que la lámpara funcione con corriente proveniente de la red (AC) transformando ésta en corriente continua (DC).
5. **Casquillo**

La disposición generalizada de una lámpara LED es la vista en la figura 12:



Figura 15. Esquema lámpara LED



La tecnología de lámparas LED es la que actualmente está teniendo un mayor campo de desarrollo debido a las múltiples ventajas que ofrece respecto a sus homónimas de incandescencia, lámparas de descarga, etcétera en múltiples campos de aplicación. Por ejemplo, en términos de eficiencia energética, en comparación con la tecnología de incandescencia con una lámpara LED se consigue un ahorro en torno al 80% y en comparación con downlights incandescentes y lámparas halógenas en torno al 50%. En realidad un LED es más eficiente cuanto menor intensidad circule por él ya que a mayor intensidad, mayores son las pérdidas por calor y por tanto, más ineficaz es la lámpara. Esto las hace ideales para sistemas de control de presencia que permitan regular la intensidad de la luz en función de parámetros predefinidos. Además de su eficacia, tienen una vida útil muy alta, no emiten radiación infrarroja ni ultravioleta en el haz de luz, encienden a muy bajas temperaturas ( $-40^{\circ}\text{C}$  aunque en este caso están limitados por sus componentes auxiliares que suelen trabajar a partir de  $-20^{\circ}\text{C}$ ) y disponen prácticamente del 100% de su flujo a estas temperaturas tan bajas. Además lo más interesante de esta tecnología es la capacidad para jugar con las formas, ya que son emisores de luz miniaturizados y permiten dirigir de manera precisa el haz de luz, y también con los colores ya que no se necesita el uso de filtros para crear colores saturados, lo que permite una total personalización de los colores.

Sin embargo, se ha de tener mucho cuidado con su temperatura de funcionamiento ya que por encima de temperaturas superiores a  $120^{\circ}\text{C}$  en el punto de fusión del chip pierden vida útil y por encima de los  $150^{\circ}\text{C}$  prácticamente acaban inservibles. También debemos tener en cuenta que se hace necesario el uso de fuentes de intensidad constante que eviten parpadeos ya que los LEDs son muy sensibles a la corriente.

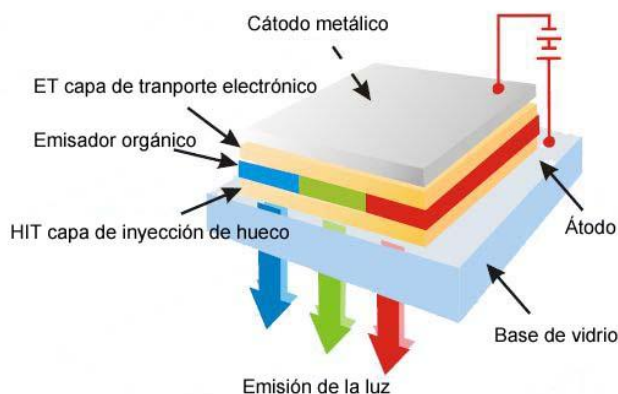
Temperatura de color [K]	Índice de reproducción cromática (IRC) [%]	Eficacia Luminosa ( $\epsilon$ ) [lm/W]	Potencia (W)
1200 – 6700	90 - 100	50 - 150	70 – 1000
Flujo (lm)	Vida útil [horas]	Tiempo de encendido	Tiempo de reencendido
7000 – 130000	Hasta 50000 (Generalmente unas 20000)	Instantáneo	Instantáneo

Tabla 32. Características lámpara LED

### Futuro: tecnología OLED

El acrónimo inglés OLED (Organic Light-Emitting Diode) significa traducido a nuestro idioma diodo orgánico de emisión de luz. Esta tecnología basa su funcionamiento en el mismo principio que los LED pero usando componentes orgánicos. Un OLED está formado de una capa electroluminiscente de componentes orgánicos que gracias a la electroestimulación emite luz en toda su superficie.

El funcionamiento de un diodo orgánico consiste en la adición de una serie de capas orgánicas entre dos electrodos, un ánodo que permite la inyección de huecos y un cátodo que permite la inyección de electrones, igual que en los LEDs convencionales. Al sufrir una corriente de polarización directa, ánodo y cátodo comienzan a inyectar huecos y electrones respectivamente que al atravesar las diferentes capas de transporte coinciden en una capa de emisión, en la cual se forman excitones (estados neutros excitados) que emiten fotones.



**Figura 16. Esquema lámpara OLED**

Las ventajas de este tipo de lámparas con respecto a la tecnología LED vendrán por un grado de personalización todavía mayor que en el caso de las lámparas LED: una lámpara OLED es mucho más delgada y flexible que una placa de LED, lo que permite incluso la creación de lámparas flexibles y además, al ser toda una superficie que se ilumina, permite una sustancial mejora de la emisión de lúmenes por unidad de superficie. Además actualmente se está estudiando con paneles flexibles e incluso transparentes gracias a los compuestos que se están empleando.

Pero actualmente tiene ciertas desventajas ya que su proceso de fabricación es caro debido a que es una tecnología en desarrollo. El impacto medio ambiental puede ser grave ya que actualmente los componentes orgánicos son difíciles de reciclar.

El futuro de esta tecnología pasa, por tanto, por el estudio de los compuestos que forman las capas de este tipo de lámparas. Las mejoras en las capas de polímeros permitirá el ahorro de ciertas capas que forman la lámpara, lo que repercutirá en una mejora de la eficiencia e incluso de la vida útil de la lámpara.

## 1.7 REGULACIÓN DE LA INTENSIDAD LUMÍNICA

Los LED permiten una regulación de su intensidad lumínica mediante el uso de señales de control en los drivers que tienen instaladas las luminarias. Existen múltiples métodos de control en función de los fabricantes, pero los más usados son:

- 0 - 10 V: este método consiste en aplicar una tensión que puede variar entre 0 V (apagado) y 10 V (máxima intensidad lumínica) al driver para regular la intensidad que se suministra a la lámpara, lo que regula a su vez el flujo luminoso de ésta.
- DALI (Digital Addressable Lighting Interface): es un protocolo de transmisión digital que permite tanto enviar como recibir información del driver de control de la luminaria ya que el flujo de información es bidireccional, por lo que permite enviar órdenes sobre el nivel de luz del sistema y posibilita la realimentación. La comunicación con DALI se realiza mediante un par de cables de comando, permitiendo dirigir varios grupos diferentes de luminarias. Para ejecutar comandos acordes al protocolo y obtener los datos de estado, la luminaria compatible con este protocolo posee un microprocesador que también realiza otras tareas de control. De este modo, la luminaria puede transmitir información respecto de si la luz está encendida o no, su nivel o la condición del balasto. El número máximo de direcciones individuales disponibles en el estándar DALI es 64, mientras que la corriente máxima permitida en el sistema es 250mA.
- DMX512: El protocolo DMX512 se basa en el mismo principio que el protocolo DALI con la salvedad de que no permite la realimentación por lo que solo permite el envío de información y no permite conocer el estado de la luminaria. El protocolo DMX512 tiene un límite de 512 canales por universo, así mismo cada canal se puede regular desde el valor 0 (la lámpara estaría apagada) hasta el valor 255 (la lámpara estaría al 100% de su capacidad).

Las luminarias que se van a emplear en este proyecto van a permitir reducir su potencia remotamente en función de las condiciones de luz requeridas en diferentes intervalos, lo que permitirá un importante ahorro energético. Para ello, todas las luminarias propuestas dispondrán de un sistema electrónico basado en un microprocesador que permita controlar su flujo luminoso.

Gracias a la norma vial UNI-11248:2007, es posible clasificar dinámicamente las vías, desclasificándolas hasta dos categorías inferiores cuando el tráfico es muy reducido en momentos de la noche, lo que permite reducir el flujo luminoso de la instalación de alumbrado en ciertos períodos del régimen nocturno.

## 1.8 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para la correcta ejecución de este proyecto, se hará uso del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, concretamente de la instrucción complementaria ITC-BC-09 [11] ya que se hace necesario revisar que la instalación actual cumpla con los requisitos exigidos en este reglamento y, en caso de ser necesario, adaptarla a las siguientes condiciones:

### **Acometidas desde las redes de distribución de la compañía suministradora**

“La acometida podrá ser subterránea o aérea con cables aislados, y se realizará de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora, aprobadas según lo previsto en este reglamento para este tipo de instalaciones”.

“La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida”

### **Dimensionamiento de las instalaciones**

“Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga, estarán previstas para transportar la carga debida los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.”

“Cuando se conozca la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas de o tubos de descarga, las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases, que tantos éstas como aquellos puedan producir, se aplicará el coeficiente corrector calculado con estos valores.”

“Además de lo indicado en los párrafos anteriores, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90 La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.”

### **Cuadros de protección, medida y control**

“Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control, cuando existan, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar, en este cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta de servicio de la instalación, será como máximo de 30  $\Omega$ . No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre

que la resistencia de puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a  $5\ \Omega$  y a  $1\ \Omega$ , respectivamente.”

“Si el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se dispondrá además de un interruptor manual que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.”

“La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3m. Los elementos de medidas estarán situados en un módulo independiente. Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.”

### **Redes de alimentación**

“Los Cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV.”

“El Conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.”

En redes subterráneas como las que se emplean en este proyecto, “se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables serán de las características especificadas en la UNE 21123, e irán entubados; los tubos para las canalizaciones subterráneas deben ser los indicados en la ITC-BT-21 y el grado de protección mecánica el indicado en dicha instrucción, y podrán ir hormigonados en zanja o no. Cuando vayan hormigonados el grado de resistencia al impacto será ligero según UNE-EN 50.086-2-4.”

“Los tubos irán enterrados a una profundidad mínima de 0,4m del nivel del suelo medido desde la cota inferior del tubo y su diámetro interior no será inferior a 60 mm.”

“Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.”

“En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.”

“La sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de  $6\text{ mm}^2$ . En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a  $6\text{ mm}^2$ , la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITCBT-07.”

“Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel

del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.”

Para las redes que se usen para los elementos auxiliares y de control de la instalación “se emplearán sistemas y materiales similares a los indicados para los circuitos de alimentación, la sección mínima de los conductores será  $2,5 \text{ mm}^2$ .”

### **Soportes de luminarias**

Según se indica en [11] la instalación eléctrica que se encuentra interna en los soportes debe cumplir los siguientes requisitos:

- Conductores con sección mínima de  $2,5 \text{ mm}^2$ , compuestos de cobre y con una tensión asignada entre 0,6 y 1 kV. No pueden existir empalmes en el interior.
- Deberá garantizarse la protección de los cables en la entrada de éstos a los soportes mediante una protección suplementaria de material aislante.
- La conexión a los terminales se hará de tal manera que no ejerza esfuerzos de tracción sobre los conductores. Para las conexiones se empleara elementos de derivación apropiados para el tipo de instalación.

### **Luminarias**

“Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior.”

“La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP x3 según UNE 20.324.”

“La suspensión de las luminarias se hará mediante cables de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para que posea una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 6 m”

### **Equipos eléctricos de los puntos de luz**

“Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.”

“Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.”

“Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.”

## Protección contra contactos directos e indirectos

“Las luminarias serán de Clase I o Clase II.”

“Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias estarán conectadas a tierra. Se excluyen de esta prescripción aquellas partes metálicas que, teniendo un doble aislamiento, no sean accesibles al público en general. Para el acceso al interior de las luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público, se requerirá el empleo de útiles especiales.”

“Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra del soporte, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima  $2,5 \text{ mm}^2$  en cobre.”

## Puestas a tierra

“La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.”

“La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control.”

“En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea.”

“Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de  $35 \text{ mm}^2$  de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima  $16 \text{ mm}^2$  para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.”

“El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750V con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de  $16 \text{ mm}^2$  de cobre.”

“Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.”



## 1.9 ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS

Una vez hecho el estudio de los diferentes tipos de lámparas que podemos emplear, se ha decidido, tras consultar entre catálogos de diferentes fabricantes, emplear luminarias que hagan uso de las lámparas con tecnología LED ya que por sus características actuales, permiten una mejora sustancial de la eficiencia energética. Aunque suponga una inversión inicial superior al uso de otras tecnologías, viendo que el margen de utilización de las lámparas se extiende por un periodo bastante prolongado a lo largo del día, va a suponer un ahorro energético que también se va a ver reflejado en los costes de uso, lo que permitirá una amortización rápida y coherente de la instalación.

Para la elección de las luminarias también se ha tenido en cuenta la información recibida por parte de las compañías. En esta proyecto se emplearán una serie de luminarias pertenecientes al catálogo de **DISANO** debido a la numerosa información de la que se ha dispuesto, desde catálogos hasta información de presupuestos e información referente a los métodos de instalación de sus luminarias. A continuación se hará un desglose de las diferentes luminarias escogidas por zonas de estudio y los motivos que han llevado a su elección.

### 1.9.1 Luminaria Rolle

Esta luminaria será empleada en la totalidad de la zona de estudio a excepción del Parking perteneciente al centro comercial El Ferial y a la calle Pinto, puesto que queremos mantener la estética lo más inalterada posible. Hemos escogido la luminaria Disano Rolle debido a que permite tres configuraciones diferentes de lámparas (5 LED, 10 LED o 14 LED) y a su vez, permiten 3 configuraciones diferentes de alimentación (a 350mA, 530mA o 700mA) lo que nos permitirá escoger una configuración perfecta en términos de potencia-consumo. Su cuerpo de aluminio está diseñado de tal manera que ofrezca una baja resistencia al aire, lo que aumenta la seguridad en instalaciones de cierta altura. Además ofrecen una protección IP66 IK09 con una protección eléctrica de clase II (no necesita cable de tierra) lo que garantiza una completa protección contra el polvo y contra impactos de cierta importancia.



Figura 17. Disano Rolle

Sus características son las siguientes:

Rolle	
Normativa aplicada	EN60598-1, CEI 34-21, EN 60529
Hermeticidad bloque óptico	IP 66
Resistencia a los impactos (vidrio)	IK 09
Clase eléctrica	II
Tensión nominal	230V-50Hz
Corriente de alimentación	350, 530 o 700 mA
Flujo nominal (a 25°C)	Desde 2970 hasta 15120 lm
Consumo de potencia	Desde los 19 hasta los 109 W
Número de LEDs	5,10 o 14 LED's
Rendimiento	> 90 %
Eficacia luminosa	Entre 138,72 y 156,32 lm/W
Mantenimiento del flujo luminoso	L80B20
Dimensiones	460*300*125 mm
Peso (completo)	Entre 10,5 y 13 kg

Tabla 33. Características luminaria Rolle

Esta luminaria se puede escoger con 5 bloques ópticos diferentes, lo que la hace muy versátil para nuestro estudio:

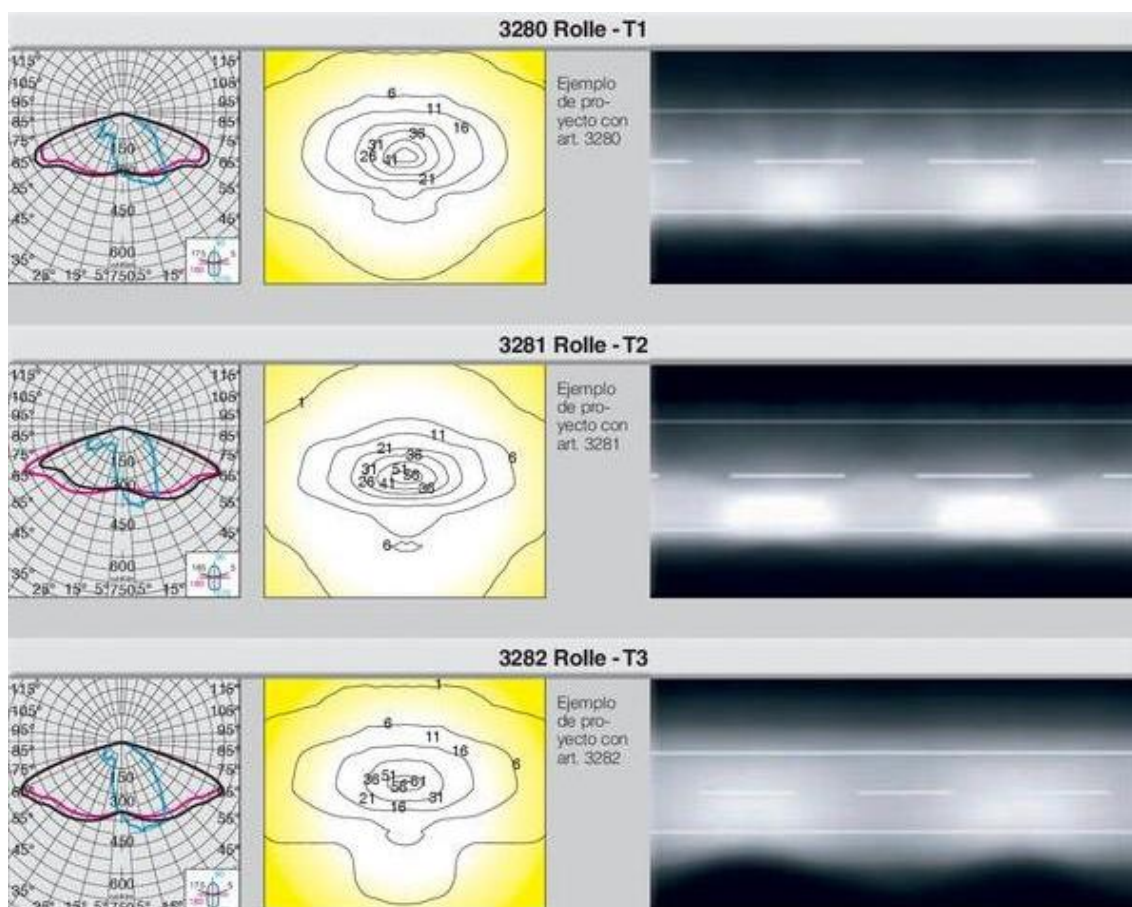


Figura 18. Distribuciones luminosas y curvas fotométricas Rolle T1, T2 Y T3

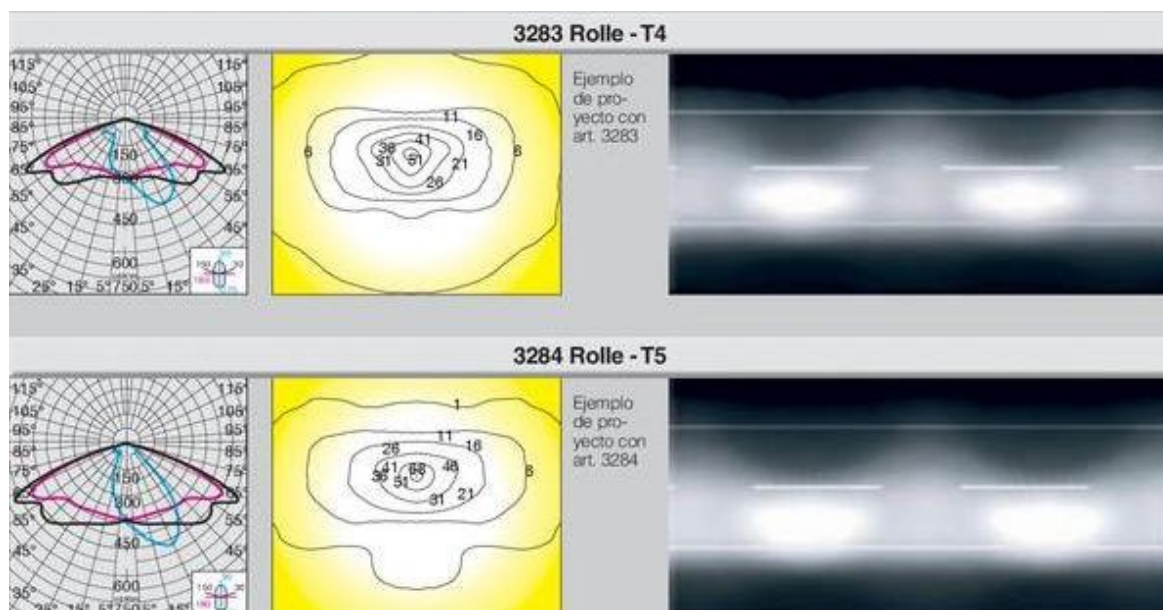


Figura 19. Distribuciones luminosas y curvas fotométricas Rolle T4 y T5

### 1.9.2 Luminaria Sforza LED

Esta luminaria será la escogida para iluminar la calle Pinto. Se ha escogido la luminaria Sforza LED debido a que permite su colocación sin mayores problemas que la sustitución directa de las luminarias antiguas, con la ventaja de la ganancia en estética y mejoras de las características luminotécnicas. Se ha escogido el modelo con lente elíptica ya que permite una mejor distribución de la luz para la aplicación que se las dará. Disponen también de protección IP66 IK09 y clase eléctrica II y dos opciones de alimentación. Al igual que la luminaria Rolle, esta luminaria está equipada con un dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de que suban de manera imprevista la temperatura del LED debido a condiciones medioambientales particulares o a un funcionamiento anómalo del LED, el sistema disminuye el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto.



Figura 20. Luminaria Disano Sforza LED

Sus características son:

<b>Sforza LED</b>	
<b>Normativa aplicada</b>	EN60598-1, CEI 34-21, EN 60529
<b>Hermeticidad bloque óptico</b>	IP 66
<b>Resistencia a los impactos (vidrio)</b>	IK 09
<b>Clase eléctrica</b>	II
<b>Tensión nominal</b>	230V-50Hz
<b>Corriente de alimentación</b>	350 o 530 mA
<b>Flujo nominal (a 25°C)</b>	Desde 2970 hasta 15120 lm
<b>Consumo de potencia</b>	39 W
<b>Número de LEDs</b>	36 LEDs
<b>Rendimiento</b>	> 90 %
<b>Mantenimiento del flujo luminoso</b>	L70B20
<b>Dimensiones</b>	283*600 $\phi$ mm
<b>Peso (completo)</b>	10,6 kg

Tabla 34. Características luminaria Sforza LED

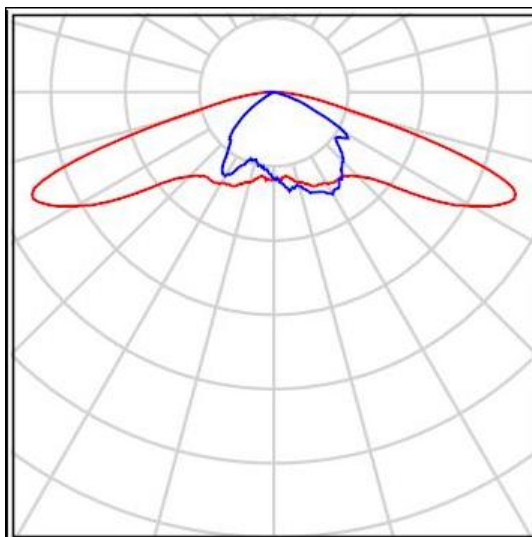


Figura 21. Curva fotométrica Sforza Led con lente elíptica



# CAPÍTULO 2. MEMORIA DE CÁLCULO

---

## 2.1 ASPECTOS A CONSIDERAR

El presente apartado tiene por objeto exponer de forma detallada el proceso que se ha seguido para el estudio y diseño de la propuesta de instalación de alumbrado. En esta parte se hará empleo del software de cálculo Dialux que permitirá facilitar la tarea de los algoritmos de cálculo que se expondrán brevemente en este capítulo.

Puesto que el actual proyecto tiene como objeto la mejora de la eficiencia de una instalación ya vigente, no se procederá al cálculo exhaustivo de las redes de alimentación (entre estos cálculos estarían caídas de tensión, potencias, aislamiento necesario del conductor, etc.) ya que las luminarias empleadas en el nuevo estudio se instalarán respetando la colocación e instalación del proyecto que actualmente se encuentra vigente, pero teniendo en cuenta todos los parámetros establecidos en el RD 1890/2008 [1]. Gracias a esta hipótesis empleada, se ahorrarán costes innecesarios, puesto que las nuevas luminarias parten de un consumo mucho menor, y por tanto, la red de alimentación actual cumple sobradamente con su cometido.

En la práctica, la iluminación de la vía pública está directamente relacionada con la intensidad de tránsito que se origina por ella, desde vehículos motorizados hasta peatones y ciclistas. Para un observador cualquiera la percepción de los objetos que hay en una vía y el aspecto de la vía en sí misma no dependen de la iluminancia, sino de su luminancia. La causa de esta afirmación viene de la definición de los dos conceptos, puesto que la iluminancia informa de la cantidad de luz que recibe un único punto de una superficie, pero no de la luz que es reflejada en esa superficie hacia el observador. Debido a este detalle, los procedimientos modernos de cálculo y sus requisitos establecen las bases de la iluminación vial en el concepto de la luminancia, puesto que permite un mayor compendio de datos y una recreación más exacta de todas las variables. Por ello, este proyecto basará sus estudios en el concepto de la luminancia siempre que sea posible ya que al depender de múltiples variables como: el tipo de revestimiento, irregularidad del pavimento, condiciones atmosféricas, deterioro, etc., hacen que no siempre sea posible este tipo de cálculos tan complejos.



## 2.2 IMPLANTACIÓN DE LAS LUMINARIAS

Tras haber hecho un examen detallado de las zonas de estudio y haber clasificado estas en función de sus características, se escogieron las luminarias que se entendieron más acordes a los requisitos requeridos por el RD 1890/2008 [1] y por [8]. Como se ha dicho con anterioridad, las nuevas luminarias se emplazarán según la disposición de las actualmente instaladas por lo que se respetará la misma disposición de las calles, que en este proyecto, se encuentran según las cuatro modalidades básicas de disposición de luminarias:

1. **Disposición unilateral:** es aquella en la cual todos los puntos de luz se disponen en el mismo lado de la calzada.
2. **Disposición bilateral tresbolillo:** los puntos de luz se disponen a ambos lados de la calzada de tal manera que se intercalan las luminarias entre puntos de luz consecutivos de una acera a la opuesta, en forma de zig-zag.
3. **Disposición bilateral pareada o frente a frente:** todos los puntos de luz se disponen a ambos lados de la calzada colocando puntos de luz consecutivos tanto en un lado de la calzada como en su opuesto.
4. **Disposición central o axial:** los puntos de luz se distribuyen a lo largo del arcén central de tal manera que se ilumine tanto a una calzada como a su opuesta.

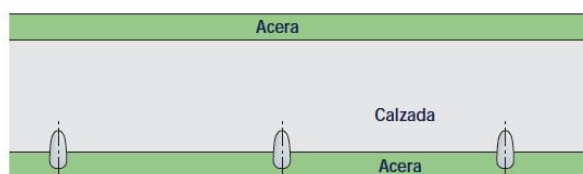


Figura 23. Disposición unilateral



Figura 22. Disposición bilateral tresbolillo

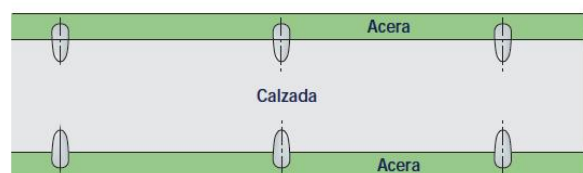


Figura 24. Disposición bilateral pareada

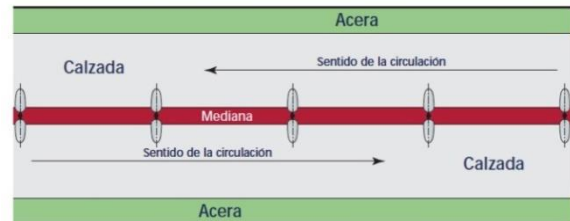


Figura 25. Disposición axial

Si el presente proyecto partiese de cero, la altura máxima de los postes en los que se colocarían las luminarias estaría en relación directa con la anchura de la calzada, para garantizar de este modo uniformidad transversal, respetando las alturas indicadas en la siguiente tabla:

DISTRIBUCIÓN	RELACIÓN ANCHO/ALTO
Unilateral	$\leq 1$
Tresbolillo	Entre 1 y 1,5
Pareada	$> 1,5$

Tabla 35. Relación entre distribución y altura de montaje

La altura y disposición de los puntos de luz tendrá consecuencias directas en la elección del alumbrado ya que todas estas variables a la par de otras como el factor de utilización de la luminaria, el factor de mantenimiento, etc. Tienen relación según la ecuación (10):

$$E_m = \frac{f_u \cdot f_m \cdot \Phi_L}{A \cdot d} \quad (10)$$

Donde:

- $E_m$  es la iluminancia media sobre la calzada que se quiere obtener.
- $f_u$  es el factor de utilización de la instalación cuyo valor viene dado en función de cada luminaria y depende del ancho de la calzada.
- $f_m$  es el factor de mantenimiento, el cual se calcula teniendo en cuenta variables como el período de uso en horas, el intervalo de limpieza, el grado de protección y el grado de contaminación.
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de la lámpara, el cual viene dado por el fabricante.
- $A$  es la anchura a iluminar de la calzada que es la mitad ( $A/2$ ) en disposición bilateral pareada y toda ( $A$ ) en disposiciones unilateral y tresbolillo.
- $d$  es la distancia de separación entre mástiles o puntos de luz.

Por otra parte, se ha tenido que tener en cuenta la intensidad luminosa de las luminarias en las zonas donde no se ha podido hacer los cálculos mediante el método de las luminancias. Por ello todas las luminarias en este proyecto se han calculado teniendo en cuenta que no superen una clase de intensidad G3 y en su mayoría se encuentran en una clase G4.

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima ( cd/klm ) <sup>(1)</sup>			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G1	-	200	50	Ninguno
G2	-	150	30	Ninguno
G3	-	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de $95^\circ$ deben ser cero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Ninguno

<sup>(1)</sup> Todas las intensidades son proporcionales al flujo de la lámpara para 1.000 lm.  
 NOTA: Las clases de intensidad G1, G2 y G3 corresponden a distribuciones fotométricas "semi cut-off" y "cut-off", de uso tradicional. Las clases de intensidad G4, G5 y G6 se asignan a luminarias con distribución "cut-off" total, como las luminarias de cierre de vidrio plano en la posición horizontal.

Tabla 36. Clases G de intensidad luminosa de luminarias

Además se ha tenido en cuenta la función ambiental que pueden tener las luminarias y se han escogido de tal manera que ninguna de ellas pueda provocar el deslumbramiento de los usuarios ya que podría perjudicar a la seguridad y comodidad de éstos. Para poder valorarlo se ha hecho uso de la ecuación (11):

$$D = I \cdot A^{-0.5} \text{ [cd/m}^2\text{]} \quad (11)$$

Donde:

- **I** es el valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical
- **A** es el área aparente (m<sup>2</sup>) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad (I)

Para establecer el índice de deslumbramiento de alumbrado peatonal se aplica la altura de montaje, en metros, tal como indica la tabla 39:

Altura de Montaje	Clases D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

Tabla 37. Clases D de índice de deslumbramiento

En nuestro caso, toda la zona de estudio se encuentra con mástiles de mínimo seis metros de altura, por lo que deberemos escoger luminarias con una clase D1 o superior. Tras analizar los valores por los que se rige cada clase (tabla 40):

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Tabla 38. Deslumbramiento para instalaciones de alumbrado ambiental

Nuestra instalación va a cumplir sobradamente, ya que hablamos de índices de deslumbramiento inferiores a 500 cd/m<sup>2</sup> y por tanto una clase D6.

## 2.3 RESUMEN DE CÁLCULOS

A causa de la gran cantidad de variables que intervienen en la iluminación de vías públicas (deslumbramiento, características de los pavimentos, condiciones meteorológicas, etc.) se ha preferido usar un software de cálculo lumínico para facilitar la tarea de estudio de las vías.

Antiguamente, los cálculos al ser a mano, se enfocaron en determinar unas condiciones de iluminancia sobre la calzada determinadas, de tal manera que se proporcionase una buena visibilidad dentro de los márgenes establecidos por los organismos competentes. Pero a medida que se fue desarrollando la informática y evolucionaron las capacidades de procesamiento de datos hasta nuestros días, se tomó la determinación de aplicar métodos de cálculo que utilizasen la iluminancia como variable.

Ya que se va a hacer uso de la ayuda del programa Dialux para los cálculos, se ha decidido resumir brevemente en qué consiste los cálculos en los que se basa el programa. Los métodos más usados en el cálculo de iluminación son:

- Cálculo de iluminancias
  - Método de los lúmenes o del factor de utilización
  - Métodos numéricos. El método de los nueve puntos
- Cálculo de luminancias

### 2.3.1 Método de los lúmenes o del factor de utilización

El objetivo de este método es calcular la distancia de separación correcta que pueda garantizar un nivel de iluminación medio preestablecido. El proceso se basa en iterar, de una manera sencilla para obtener unos valores de referencia que sirvan para emplear otros métodos.

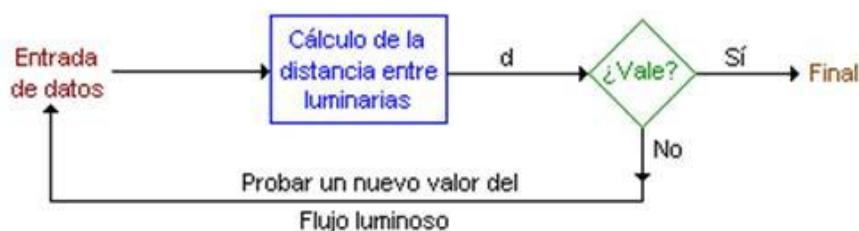


Figura 26. Método de los lúmenes

Como datos de entrada tenemos:

- Nivel de iluminancia media ( $E_m$ )
- El tipo de lámpara y la altura de montaje recomendada para su flujo
- La disposición de las luminarias
- Factor de mantenimiento
- Factor de utilización

Una vez obtenidos todos estos datos, se procede al cálculo de la separación ( $d$ ) entre los puntos de luz despejando ésta de la ecuación (10) del capítulo 2.2:

$$d = \frac{f_u \cdot f_m \cdot \Phi_L}{A \cdot E_m} \quad (11)$$

### 2.3.2 Método numérico o de los nueve puntos

Los métodos numéricos se basan en la idea de que no es preciso calcular la iluminancia en todos los puntos de la calzada para conocer con exactitud la distribución luminosa. Su procedimiento se basa en calcular la iluminancia en pequeñas áreas llamadas dominios en las cuales se supone la iluminancia uniforme. La iluminancia total de la calzada será la media ponderada de las iluminancias de cada dominio.

En el caso del cálculo mediante los nueve puntos, debido a las simetrías existentes en la realización de una calle, basta con dividir un tramo como el de la figura 29 en nueve dominios:

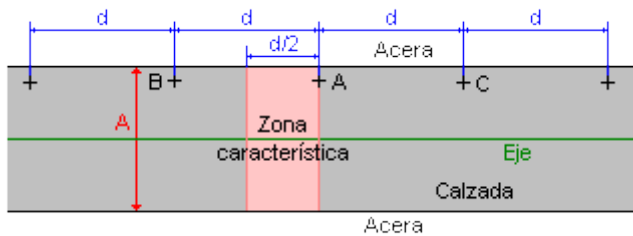
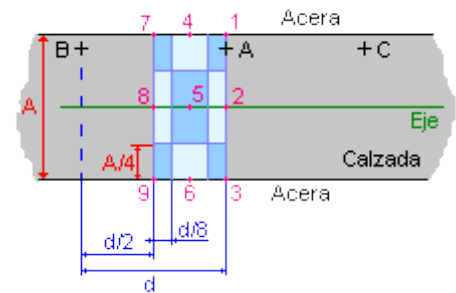


Figura 28. Tramo calzada método nueve puntos



Para simplificar los cálculos manuales sólo se [Figura 27. Distribución de puntos en disposición unilateral](#) luminarias más próximas, despreciándose el resto por tener una influencia ínfima. Por tanto la iluminancia en cada punto vale:

$$E_i = E_{iA} + E_{iB} + E_{iC} \quad (12)$$

Y la iluminancia media será igual a:

$$E_m = \frac{E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9}{16} \quad (13)$$

En el caso, de la distribución bilateral frente a frente y tresbolillo la expresión de la iluminancia media es la misma con la salvedad de que en la disposición frente a frente se cogerá  $A/2$ .

Además de la iluminancia media se pueden calcular los coeficientes de uniformidad media y extrema de las iluminancias

- Uniformidad media =  $E_{\min} / E_m$
- Uniformidad extrema =  $E_{\min} / E_{\max}$

Para calcular las iluminancias podemos proceder de dos maneras: se pueden calcular usando la fórmula (1) vista en el apartado 1.2 donde  $I$  se obtiene de los gráficos polares

o de la matriz de intensidades. La otra manera sería mediante un recurso gráfico, obteniendo los datos por lectura directa de las curvas isolux de las luminarias.

### 2.3.3 Cálculo de luminancias

La expresión a utilizar es el sumatorio de (3) tal como vemos en la ecuación (14):

$$L = \sum \left( \frac{I(c, \gamma) \cdot r(\beta, \text{tg} \gamma)}{h^2} \right) \quad (14)$$

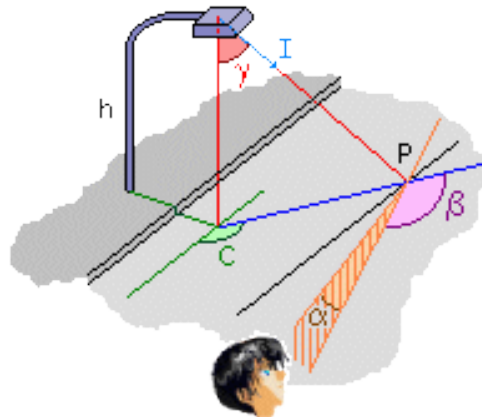


Figura 29. Esquema cálculo de la luminancia

Donde el sumatorio ( $\Sigma$ ) comprende todas las luminarias de la zona de estudio. Los valores de intensidad luminosa  $I(c, \gamma)$  y del coeficiente de luminancia reducida  $r(\beta, \text{tg} \gamma)$  se obtienen por interpolación cuadrática en la matriz de intensidades de la luminaria y en la tabla de reflexión del pavimento. Por último, la variable  $h$  es la altura máxima de la luminaria, tal como viene indicado en la figura 29.

Para efectuar los cálculos, el observador tiene que situarse a sesenta metros, en el sentido de la marcha, por delante de la primera fila de puntos que forman la partición que se ha realizado en la vía y a una altura de 1.5 m sobre el suelo. Los métodos consisten en determinar las luminancias de los puntos de la calzada previamente escogidos. Una vez determinadas podremos calcular la luminancia media y los factores de uniformidad de la calzada. Así comprobaremos si se cumplen los criterios especificados en las recomendaciones. Los valores de luminancia calculados estarán influidos por el factor de mantenimiento como minoración, que tiene en cuenta la depreciación luminosa de la lámpara y la causada por la suciedad.



## 2.4 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Una vez explicado con detalle la forma de elección de las luminarias, conocer la normativa aplicable y haber escogido las clases de alumbrado para las zonas de estudio, se ha de proceder al cálculo de las zonas a iluminar.

Como se citó anteriormente, para este proyecto se ha hecho uso del programa de cálculo Dialux de la empresa alemana Dial ya que entre sus virtudes está el hecho de ser gratuito y accesible a cualquier usuario y permite el cálculo de una gran cantidad de variables de una manera cómoda, rápida y empleando muy poco tiempo.

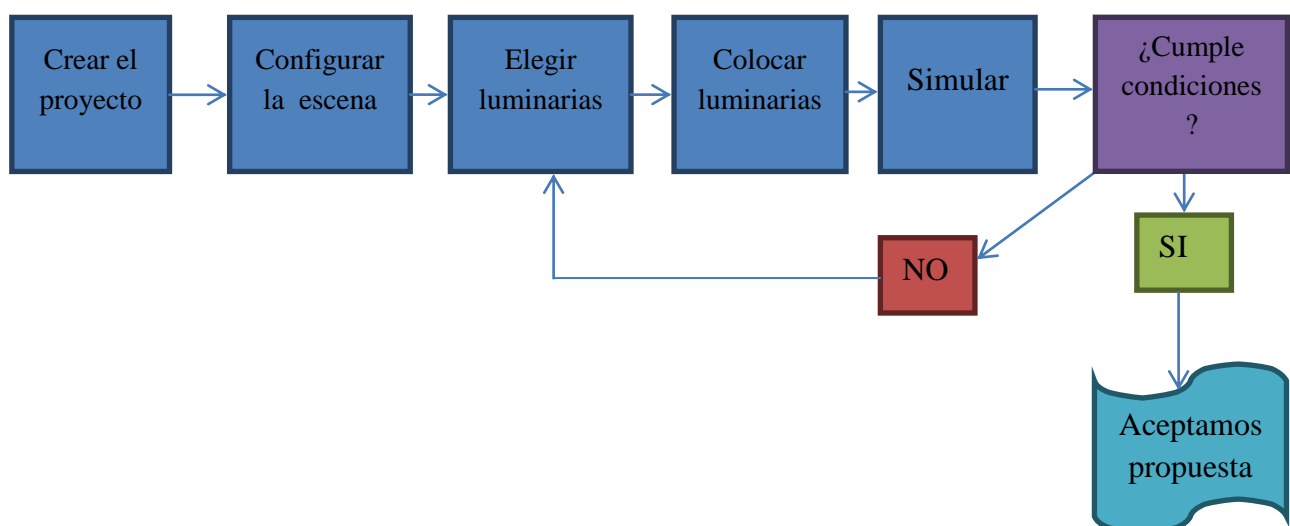
Para el adecuado uso del programa se han recogido datos de la zona de estudio tales como anchura de la calzada y de las aceras, interdistancia de los puntos de luz (recordemos que es un estudio de mejora del alumbrado ya instalado y por tanto, respetaremos ciertos parámetros), altura de los mástiles y disposición de los puntos de luz. Además se ha tenido que calcular el factor de mantenimiento que ha de tener la nueva instalación tal como se explicó en el apartado 2.2.

El pavimento de la calzada se ha establecido en un nivel R3 que equivale a un coeficiente medio de iluminancia igual a 0,070 gracias a las informaciones aportadas por la empresa que se encarga de las instalaciones de alumbrado de la zona de estudio.

Al ser un proyecto de mejora de la eficiencia energética y del alumbrado, se hará un desglose entre las instalaciones antiguas de alumbrado, las actuales y las propuestas como mejora ya que en el año 2013 se llevó a cabo un proyecto de reforma del alumbrado en la zona de estudio, pero no se aprovechó al máximo las tecnologías de las que se dispone en la actualidad.

Primero se procederá al estudio de las calles que forman el polígono industrial que comenzará en el apartado 2.4.1 y terminará en el apartado 2.3.8, tras eso se estudiarán las tres vías que rodean a este polígono y las glorietas que se encuentran en ellas.

Este es el esquema que se ha seguido en el cálculo de la iluminación de las vías:



### 2.4.1 Calle Londres

#### Planificación



Figura 30. Calle Londres

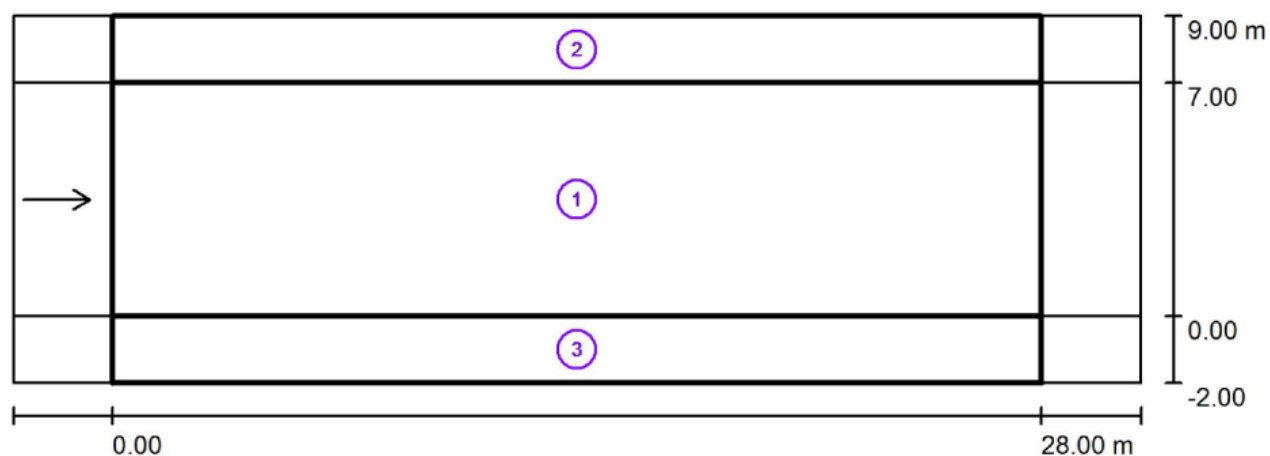


Figura 31. Dimensiones calle Londres

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S3
Calzada	8 m	ME4b
Camino Peatonal 1	2 m	S3

Tabla 39. Perfil de la calle Londres

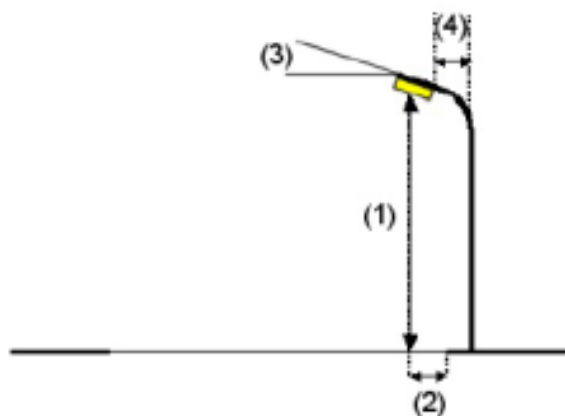


Figura 32. Disposición de la luminaria

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	28 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 40. Disposición luminarias calle Londres

### Luminarias

Antiguamente esta calle estaba dotada de luminarias que hacían uso de lámparas de vapor de sodio a alta presión con una potencia de 150 W y que tenían un equipo auxiliar electromagnético. El modelo en cuestión es el Iridium del catálogo de Philips. En el actual proyecto se sustituyó esta tecnología por lámparas de halogenuros metálicos con una potencia de 90 W y equipos eléctricos Xstream de Philips. Como instalación futura se proponen las luminarias Rolle con la óptica T1<sup>4</sup> en su versión de 14 LEDs a 350 mA, lo que garantiza una mayor durabilidad de la lámpara y un importante ahorro de consumo ya que la luminaria con su equipo auxiliar solo consume 57,5 W.

### Resultados

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.40 ✓	0.84 ✓	0.85 ✓	7 ✓	0.74 ✓
Valor con HM	1.63 ✓	0.48 ✓	0.74 ✓	10 ✓	0.49 ✗
Valor con LED	0.83 ✓	0.65 ✓	0.89 ✓	6 ✓	0.61 ✓

Tabla 41. Resultados calzada calle Londres

<sup>4</sup> Para más información consultar el apartado 1.9.1

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	15.11 ✗ (>150%)	6.55 ✓
Valor con HM	16.76 ✗ (>150%)	7.42 ✓
Valor con LED	9.39 ✓	6 ✓

Tabla 42. Resultados acera 1 calle Londres

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	26.12 ✗ (>150%)	15.55 ✓
Valor con HM	8.62 ✓	4.91 ✓
Valor con LED	9 ✓	6.39 ✓

Tabla 43. Resultados acera 2 calle Londres

Podemos apreciar que la instalación antigua y la actual estaban sobredimensionadas ya que iluminaban las aceras de forma excesiva para el uso de la vía. Además gracias a las características de las lámparas LED se ha conseguido mejorar la uniformidad, lo que permite una mejora de la apreciación de los objetos de la calzada y una mayor comodidad y seguridad para el observador. Tampoco se debe menospreciar el ahorro energético que es de un 41,92 % si tenemos en cuenta el consumo total de la luminaria de halogenuros metálicos.

## 2.4.2 Calle París

### Planificación

Debido a las limitaciones del programa de cálculo usado, se decidió realizar el estudio de esta calle dividiendo ésta en dos tramos, uno de ellos en los que no se dispone de acera en uno de los lados de la vía y que será iluminada por dos luminarias sobre mástiles y otro en el que se dispone de una acera compartida con la calle paralela y se ilumina gracias a las luminarias de la calle paralela (calle Pinto).



Figura 33. Calle París

### Tramo entrada

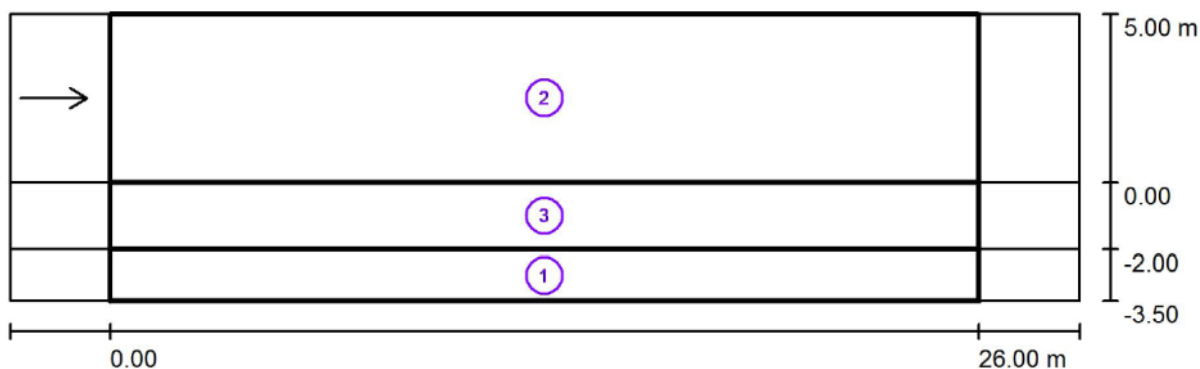


Figura 34. Dimensiones calle París tramo entrada

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Calzada	5 m	ME4b
Carril de estacionamiento	2 m	S2
Camino Peatonal	1.5 m	S3

Tabla 44. Perfil calle París tramo entrada

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	26 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	-1.5 m
Inclinación de la luminaria (3)	10 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 45. Distribución luminosa calle París tramo entrada

### Tramo Sforza

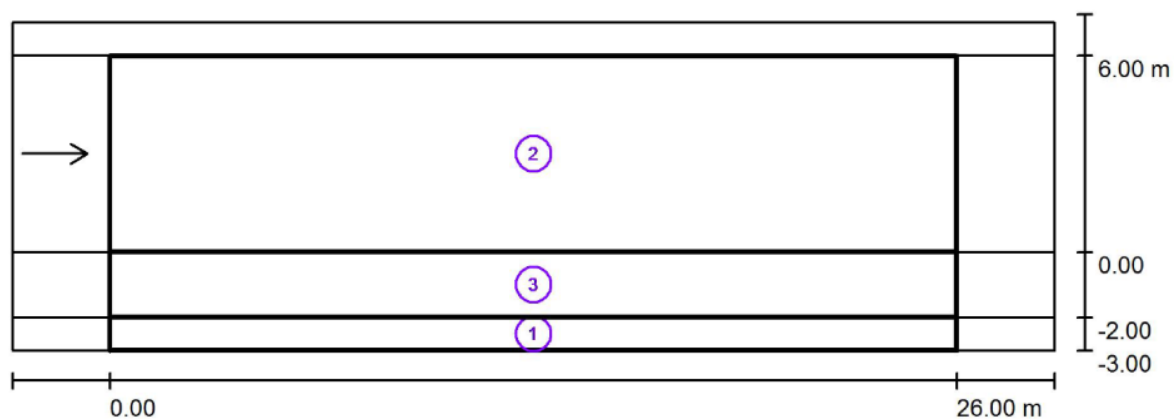


Figura 35. Dimensiones calle París tramo Sforza

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino peatonal 2	1 m	S/C
Calzada	6 m	ME4b
Carril de estacionamiento	2 m	S4
Camino Peatonal 1	1 m	S4

Tabla 46. Perfil calle París tramo Sforza

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Sobre arcén central
Distancia entre mástiles	26 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	0.5 m

Tabla 47. Distribución luminosa calle París tramo Sforza

### Luminarias

Se han empleado dos tipos de luminarias: en el tramo de entrada a la calle, el cual dispone de una calzada más estrecha, se ha hecho uso de dos luminarias Rolle óptica T2 de 14 LEDs a 350 mA, mientras que en el resto de la calle, tal como ocurre en la instalación original, se ha aprovechado la instalación que recorre la calle paralela haciendo uso de luminarias Disano Sforza LED con lente elíptica y lámpara de 36 Leds. El ahorro en el primer tramo respecto a la instalación vigente es del 41,41 % y en el segundo tramo se estudiará en el análisis de la calle Pinto.

### Resultados

#### Tramo de entrada

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.25 ✓	0.80 ✓	0.82 ✓	8 ✓	0.90 ✓
Valor con HM	1.53 ✓	0.58 ✓	0.74 ✓	10 ✓	0.77 ✓
Valor con LED	0.88 ✓	0.69 ✓	0.88 ✓	5 ✓	0.80 ✓

Tabla 48. Resultados calzada calle París tramo entrada



CAMINO PEATONAL		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	15.97 ✗ (>150%)	7.75 ✓
Valor con HM	14.17 ✗ (>150%)	7.24 ✓
Valor con LED	10.20 ✓	7.48 ✓

Tabla 49. Resultados acera calle París tramo entrada

CARRIL DE ESTACIONAMIENTO		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 10$	$\geq 3$
Valor con VSAP	18.01 ✗ (>150%)	8.87 ✓
Valor con HM	22.59 ✗ (>150%)	12.56 ✓
Valor con LED	13.83 ✓	9.35 ✓

Tabla 50. Resultados carril de estacionamiento calle París tramo entrada

### Tramo luminarias Sforza

En este caso de estudio se ha preferido adjuntar los resultados del camino peatonal compartido entre la calle Pinto y París en el estudio de la calle Pinto

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.26 ✓	0.65 ✓	0.90 ✓	3 ✓	0.85 ✓
Valor con HM	1.12 ✓	0.69 ✓	0.86 ✓	5 ✓	0.85 ✓
Valor con LED	0.91 ✓	0.48 ✓	0.88 ✓	9 ✓	0.85 ✓

Tabla 51. Resultados calzada calle París tramo Sforza

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	11.09 ✗ (>150%)	8.87 ✓
Valor con HM	9.11 ✗ (>150%)	6.23 ✓
Valor con LED	5.25 ✓	4.32 ✓

Tabla 52. Resultados aceras calle París tramo Sforza

CARRIL DE ESTACIONAMIENTO		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	14.92 ✗ (>150%)	10.75 ✓
Valor con HM	12.61 ✗ (>150%)	8.52 ✓
Valor con LED	6.84 ✓	4.81 ✓

Tabla 53. Resultados calzada especial calle París tramo Sforza

### 2.4.3 Calle Berlín

Nos encontramos ante una calle de características prácticamente equivalentes a las de estudio anterior, por tanto llegaríamos a los mismos valores que en la calle Londres ya que antiguamente se hacía uso del mismo tipo de luminaria y en el proyecto actual ocurre lo mismo.



Figura 36. Calle Berlín

### 2.4.4 Calle Roma

#### *Planificación*

La calle Roma consta de dos partes diferenciadas por las características de los mástiles donde se encuentran situadas las luminarias, por tanto haremos un estudio de los tramos por separado:



Figura 37. Calle Roma

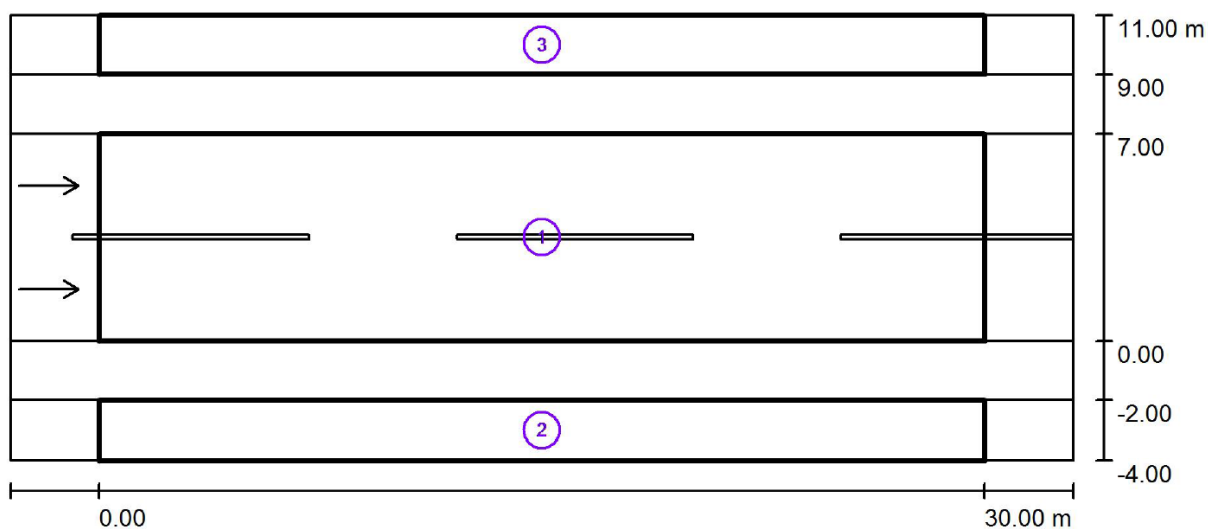


Figura 38. Dimensiones calle Roma tramo 1 y 2

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S4
Carril de estacionamiento 1	2 m	S/C
Calzada	7 m	ME4b
Carril de estacionamiento 2	2 m	S/C
Camino Peatonal 1	2 m	S4

Tabla 54. Perfil calle Roma

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS TRAMO 1	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	30 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	5 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 55. Disposición luminarias calle Roma Tramo 1

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS TRAMO 2	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	35 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	5 °
Longitud del brazo (4)	0 m

Tabla 56. Disposición luminarias calle Roma Tramo 2

### Luminarias

Para el tramo 1 se ha hecho uso de la luminaria Disano Rolle con óptica T5 en su versión de 14 LEDs a 350 mA y para el tramo 2 se ha visto necesario aumentar la potencia debido a la separación entre puntos de luz, de ahí que se haya escogido la misma luminaria pero con la óptica T2 (al estar más cercana a una de las aceras) en su versión de 14 LEDs a 530 mA. Las luminarias antiguas y actuales seguirán siendo las mismas que en el apartado 2.3.1 para todas las calles del polígono industrial.

### Resultados

CALZADA TRAMO 1					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.10 ✓	0.76 ✓	0.79 ✓	9 ✓	0.75 ✓
Valor con HM	1.32 ✓	0.41 ✓	0.72 ✓	12 ✓	0.54 ✓
Valor con LED	0.78 ✓	0.61 ✓	0.74 ✓	6 ✓	0.59 ✓

Tabla 57. Resultados calzada calle Roma tramo 1

CAMINO PEATONAL 1 TRAMO 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	11.43 ✗ (>150%)	5.03 ✓
Valor con HM	8.74 ✗ (>150%)	4.13 ✓
Valor con LED	6.45 ✓	4.76 ✓

Tabla 58. Resultados acera 1 calle Roma tramo 1

CAMINO PEATONAL 2 TRAMO 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	14.99 ✗ (>150%)	9.20 ✓
Valor con HM	4.17 ✗	2.63 ✓
Valor con LED	5 ✓	3.70 ✓

Tabla 59. Resultados acera 2 calle Roma tramo 2

CALZADA TRAMO 2					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	0.94 ✓	0.59 ✓	0.57 ✓	10 ✓	0.75 ✓
Valor con HM	1.13 ✓	0.38 ✗	0.61 ✓	13 ✓	0.54 ✓
Valor con LED	0.80 ✓	0.54 ✓	0.70 ✓	9 ✓	0.64 ✓

Tabla 60. Resultados calzada calle Roma tramo 2

CAMINO PEATONAL 1 TRAMO 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	12.84 ✗ (>150%)	7.99 ✓
Valor con HM	3.57 ✗	2.12 ✓
Valor con LED	6.02 ✓	4.34 ✓

Tabla 61. Resultados acera 1 calle Roma tramo 1

CAMINO PEATONAL 2 TRAMO 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	9.81 ✗ (>150%)	3.46 ✓
Valor con HM	7.51 ✗ (>150%)	2.92 ✓
Valor con LED	6.52 ✓	4.11 ✓

Tabla 62. Resultados acera 2 calle Roma tramo “

Ocurre una situación similar a lo estudiado con anterioridad pero además encontramos que en el caso de la instalación que hay actualmente (halogenuros metálicos) tenemos problemas para iluminar al mínimo exigible una de las aceras de la calle. En el caso del tramo 1 tenemos un ahorro con respecto a la tecnología actual del 41,92 % y en el caso del tramo 2 un ahorro del 10,1 %.

## 2.4.5 Calle Lisboa

### Planificación



Figura 39. Calle Lisboa

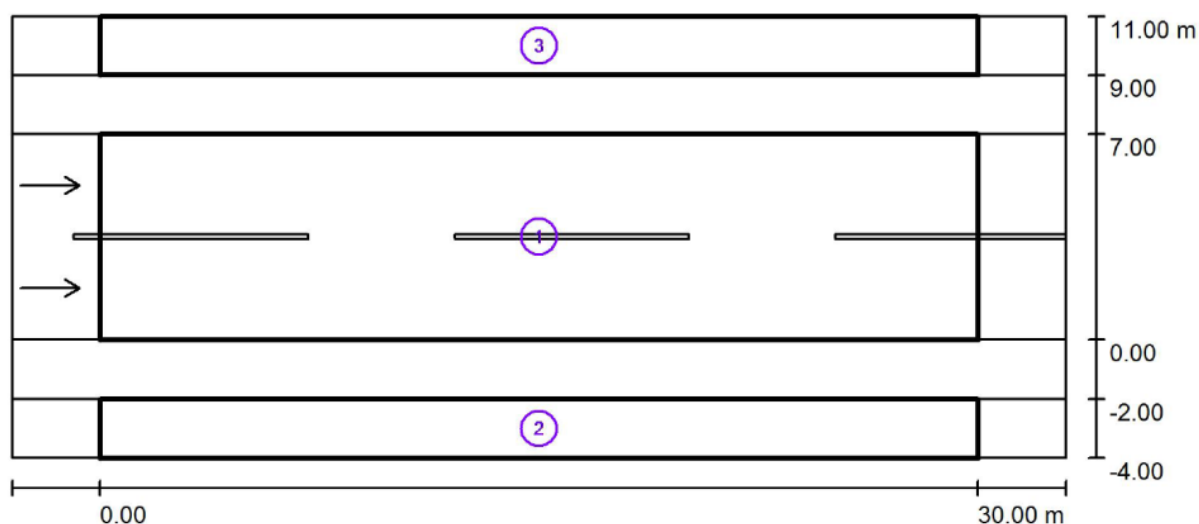


Figura 40. Dimensiones calle Lisboa

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S4
Carril de estacionamiento 1	2 m	S/C
Calzada	7 m	ME4b
Carril de estacionamiento 2	2 m	S/C
Camino Peatonal 1	2 m	S4

Tabla 63. Perfil calle Lisboa

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	30 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	-0.25 m
Inclinación de la luminaria (3)	5 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 64. Disposición luminarias calle Lisboa



### Luminarias

La calle Lisboa tiene un perfil idéntico al de la calle Roma en su primer tramo pero con la salvedad de que la colocación de los puntos de luz hace que estos estén 25 centímetros más alejados de la calzada. Por tanto el análisis de esta vía hace que tengamos que usar una luminaria que haga uso de más potencia para conseguir los valores requeridos. En este caso la elegida es la Rolle T2 de 14 LEDs con una alimentación de 530 mA.

### Resultados

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.10 ✓	0.75 ✓	0.79 ✓	9 ✓	0.74 ✓
Valor con HM	1.28 ✓	0.39 ✗	0.72 ✓	13 ✓	0.57 ✓
Valor con LED	0.98 ✓	0.51 ✓	0.85 ✓	8 ✓	0.54 ✓

Tabla 65. Resultados calzada calle Lisboa

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	11.80 ✗ (>150%)	5.12 ✓
Valor con HM	9.46 ✗ (>150%)	4.27 ✓
Valor con LED	7.04 ✓	5.09 ✓

Tabla 66. Resultados acera 1 calle Lisboa

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	14.28 ✗ (>150%)	8.79 ✓
Valor con HM	3.87 ✗	2.48 ✓
Valor con LED	5.25 ✓	3.59 ✓

Tabla 67. Resultados acera 2 calle Lisboa

Como vemos el LED permite una luz más uniforme, sobre todo a nivel de las aceras, sin estar sobredimensionada en exceso (como en el caso de las luminarias con lámpara de vapor de sodio) ni en deceso (como en el caso de las luminarias actuales que hacen uso de halogenuros metálicos). Conseguimos un ahorro del 10,1 % con respecto a las lámparas de halogenuros metálicos y un ahorro del 47,337 % respecto a la instalación antigua.

### 2.4.6 Calle Bruselas

#### Planificación



Figura 41. Calle Bruselas

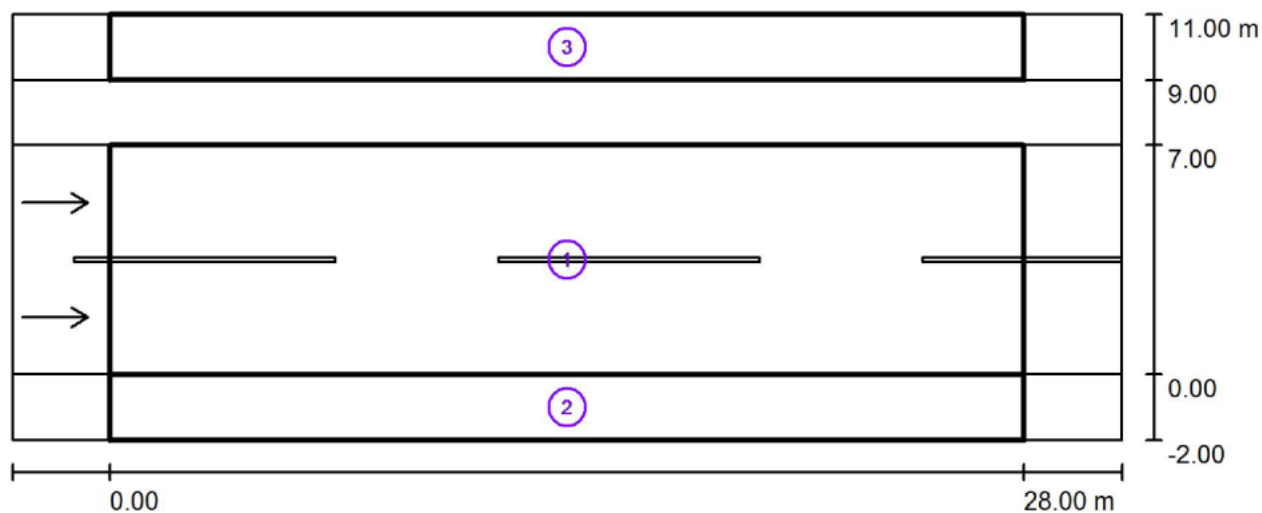


Figura 42. Dimensiones calle Bruselas

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S4
Carril de estacionamiento 1	2 m	S/C
Calzada	7 m	ME4b
Camino Peatonal 1	2 m	S4

Tabla 68. Perfil calle Bruselas

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	28 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1 m
Inclinación de la luminaria (3)	5 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 69. Distribución luminarias calle Bruselas

### Luminarias

En esta ocasión se ha escogido la luminaria Rolle con la óptica T2 y lámpara de 10 LEDs alimentados a 530 mA debido a que la anchura total de la vía ha aumentado respecto a vías como la calle Londres y se hace necesario una pequeña cantidad extra de lúmenes para iluminar todo correctamente.

### Resultados

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.16 ✓	0.69 ✓	0.77 ✓	6 ✓	0.83 ✓
Valor con HM	1.52 ✓	0.49 ✓	0.78 ✓	9 ✓	0.47 ✗
Valor con LED	0.82 ✓	0.56 ✓	0.78 ✓	6 ✓	0.5 ✓

Tabla 70. Resultados calzada calle Bruselas

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	13.71 ✗ (>150%)	5.97 ✓
Valor con HM	13.05 ✗ (>150%)	5.84 ✓
Valor con LED	6.84 ✓	4.54 ✓

Tabla 71. Resultados acera 1 calle Bruselas

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	19.26 ✗ (>150%)	11.59 ✓
Valor con HM	6.09 ✓	3.67 ✓
Valor con LED	5.26 ✓	3.87 ✓

Tabla 72. Resultados acera 2 calle Bruselas

Debido a la sobredimensionamiento de la instalación actual con halogenuros metálicos, podemos conseguir un ahorro del 35,35 %.

### 2.4.7 Calle Ámsterdam

#### Planificación



Figura 43. Calle Ámsterdam

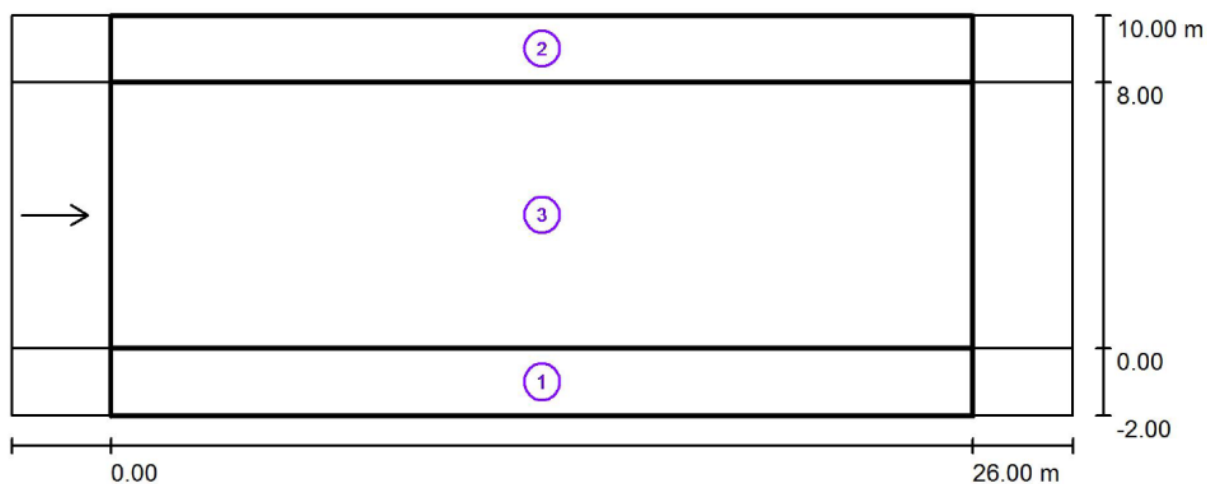


Figura 44. Calle Ámsterdam

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S3
Calzada	8 m	ME4b
Camino Peatonal 1	2 m	S3

Tabla 73. Perfil calle Ámsterdam

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	26 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0.5 m
Inclinación de la luminaria (3)	10 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 74. Distribución luminarias cale Ámsterdam

### Luminarias

La luminaria escogida para la instalación futura es la Disano Rolle con óptica T5 y lámpara de 14 Leds a 350 mA, lo que nos da un consumo total por luminaria de 59 W.

### Resultados

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.17 ✓	0.79 ✓	0.82 ✓	8 ✓	0.77 ✓
Valor con HM	1.53 ✓	0.51 ✓	0.73 ✓	10 ✓	0.44 ✗
Valor con LED	0.89 ✓	0.63 ✓	0.90 ✓	5 ✓	0.52 ✓

Tabla 75. Resultados calzada calle Bruselas

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	22.44 ✗ (>150%)	15.22 ✓
Valor con HM	9.8 ✓	6.54 ✓
Valor con LED	10.39 ✓	7.60 ✓

Tabla 76. Resultados acera 1 calle Bruselas

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	14.85 ✗ (>150%)	7.19 ✓
Valor con HM	13.14 ✗ (>150%)	6.49 ✓
Valor con LED	9.55 ✓	6.94 ✓

Tabla 77. Resultados acera 2 calle Bruselas

### 2.4.8 Calle Atenas

#### Planificación



Figura 45. Calle Atenas

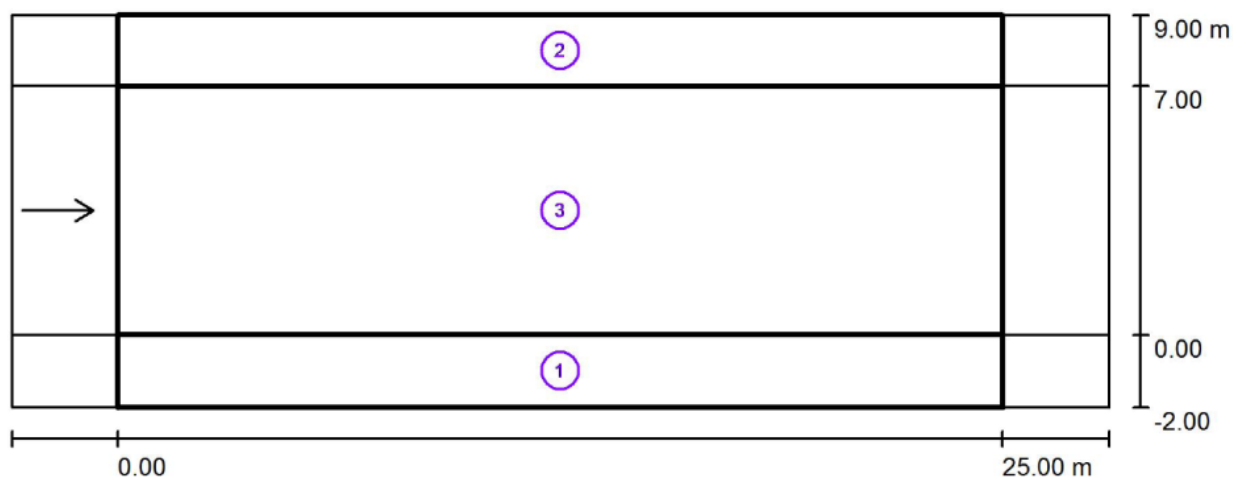


Figura 46. Dimensiones calle Atenas

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S3
Calzada	7 m	ME4b
Camino Peatonal 1	2 m	S3

Tabla 78. Perfil calle Atenas



DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	25 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1.25 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 79. Distribución luminosa calle Atenas

### Luminarias

La luminaria escogida para la instalación futura es la Disano Rolle con óptica T1 y lámpara de 14 Leds a 350 mA, lo que nos da un consumo total por luminaria de 57.5 W.

### Resultados

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.48 ✓	0.85 ✓	0.83 ✓	7 ✓	0.76 ✓
Valor con HM	1.86 ✓	0.53 ✓	0.70 ✓	9 ✓	0.47 ✗
Valor con LED	0.94 ✓	0.66 ✓	0.84 ✓	6 ✓	0.61 ✓

Tabla 80. Resultados calzada calle Atenas

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	15.56 ✗ (>150%)	7.92 ✓
Valor con HM	17.13 ✗ (>150%)	8.52 ✓
Valor con LED	9.92 ✓	6.78 ✓

Tabla 81. Resultados acera 1 calle Atenas

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
Valor con VSAP	28.77 ✗ (>150%)	17.89 ✓
Valor con HM	10.51 ✓	6.16 ✓
Valor con LED	10.51 ✓	7.89 ✓

Tabla 82. Resultados acera 2 calle Atenas

## 2.4.9 Avenida Cerro del Rubal

### Planificación



Figura 47. Avenida Cerro del Rubal

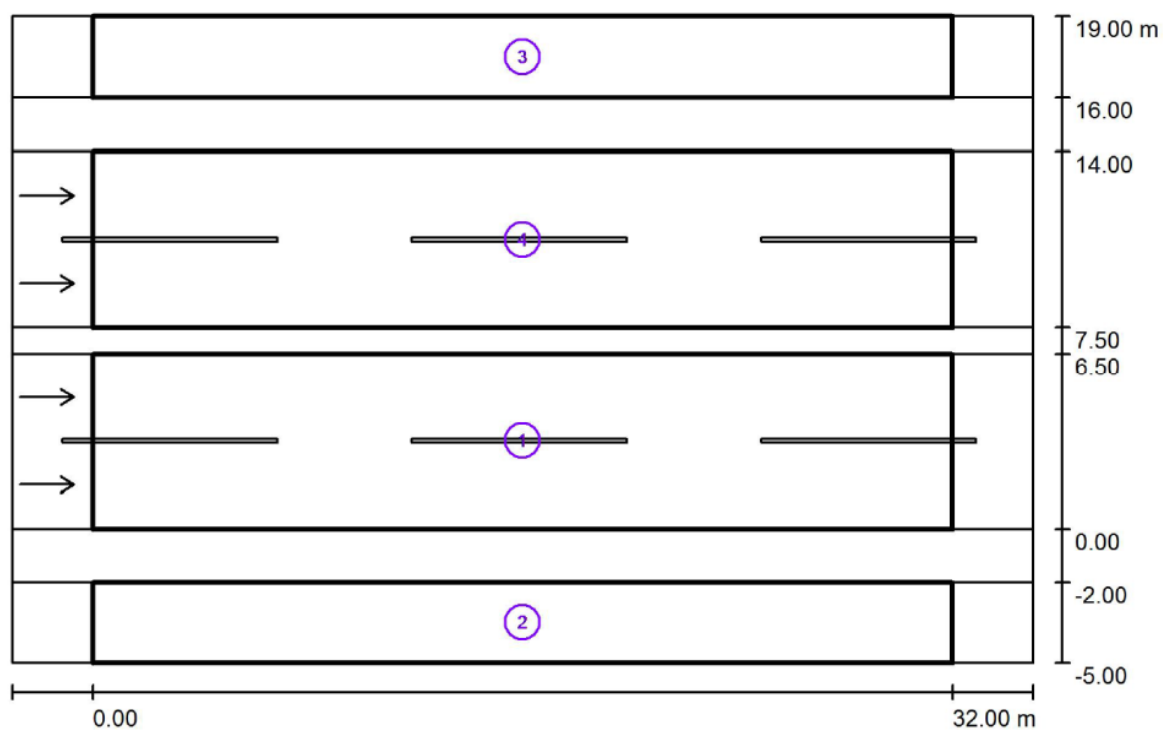


Figura 48. Dimensiones avenida Cerro del Rubal

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	3 m	S3
Carril de estacionamiento 2	2 m	S/C
Calzada 2	6.5 m	ME3c
Arcén central	1 m	S/C
Calzada 1	6.5 m	ME3c
Carril de estacionamiento 1	2 m	S/C
Camino Peatonal 1	2 m	S3

Tabla 83. Perfil avenida Cerro del Rubal

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Bilateral Frente a Frente
Distancia entre mástiles	32 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	-1.5 m
Inclinación de la luminaria (3)	10 °
Longitud del brazo (4)	0 m

Tabla 84. Distribución luminosa avenida Cerro del Rubal

### Luminarias

La luminaria escogida para la instalación es la Disano Rolle con óptica T5 y lámpara de 14 Leds a 530 mA, ya que con un consumo de únicamente a 89 W es capaz de igualar las condiciones de iluminación necesarias para iluminar con total corrección la vía estudiada. En el caso de la instalación original se usaban lámparas de vapor de sodio a alta presión de 250 W como las que utiliza la luminaria Iridium de Philips que más tarde fue adaptada a lámparas de halogenuros metálicos de 140 W.

### Resultados

Puesto que la disposición de los puntos de luz es bilateral frente a frente se expondrán los resultados de una de las calzadas y su correspondiente acera, ya que se entiende que la calzada y acera opuesta van a tener las mismas condiciones de iluminación.

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 1$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	2.88 ✓	0.76 ✓	0.91 ✓	12 ✓	0.88 ✓
Valor con HM	1.29 ✓	0.88 ✓	0.85 ✓	9 ✓	0.92 ✓
Valor con LED	1.14 ✓	0.82 ✓	0.75 ✓	7 ✓	0.87 ✓

Tabla 85. Resultados calzada avenida Cerro del Rubal

CAMINOS PEATONALES		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
<b>Valor consigna</b>	$\geq 7.5$	$\geq 1.5$
<b>Valor con VSAP</b>	30.32 ✗ (>150%)	14.86 ✓
<b>Valor con HM</b>	15.57 ✗ (>150%)	8.38 ✓
<b>Valor con LED</b>	10.14 ✓	6.45 ✓

Tabla 86. Resultados acera 1 avenida Cerro del Rubal

Podemos observar un sobredimensionamiento exagerado en el caso de la luminaria vapor de sodio, esto se puede deber a que no se consiguió obtener el modelo exacto de óptica que se estaba utilizando, pero aun así, se puede ver claramente que una óptica de 250 W resulta exagerada para las condiciones de iluminación que se requieren. En el caso de la instalación actual, tras hablar con la empresa instaladora de ésta, queda confirmado que solo se tuvo en cuenta la iluminación de la calzada ya que se sufre un exceso de luminancia en prácticamente todos los casos de estudio en las aceras.

Con un correcto estudio como el realizado en este proyecto, se consigue respecto a la instalación actual con halogenuros metálicos un ahorro del 40,68%.

### 2.4.10 Avenida Comunidades de Europa

#### Planificación

Esta avenida se caracteriza por no poder ser calculada por el método de luminancia ya que al ser una vía de velocidad muy limitada se encuentra clasificada dentro de las vías de clase D. Además tiene dos aceras muy diferentes ya que a un lado de la calzada nos encontramos con área de comercio como un supermercado y un polígono industrial y al lado opuesto tenemos una perspectiva completamente residencial, con viviendas, parques, etc..



Figura 49. Avenida Comunidades de Europa

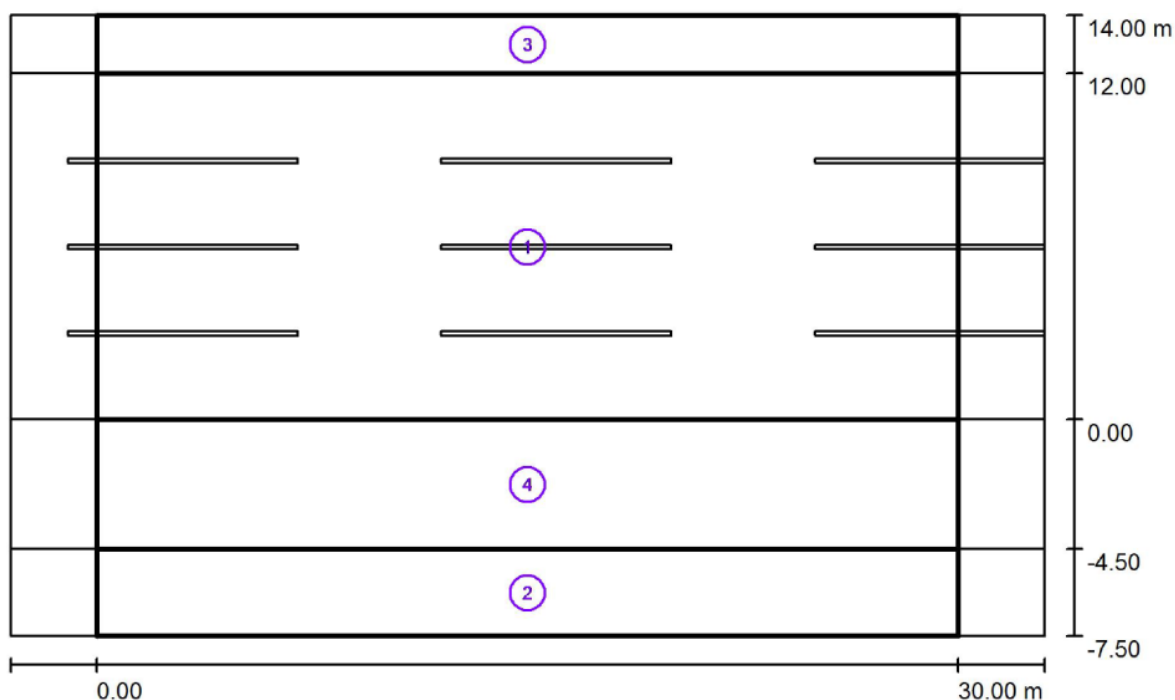


Figura 50. Dimensiones avenida Comunidades de Europa

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S4
Calzada 1	12 m	CE2
Carril de estacionamiento 1	4.5 m	S2
Camino Peatonal 1	3 m	S2

Tabla 87. Perfil avenida Comunidades de Europa

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Bilateral Tresbolillo
Distancia entre mástiles	30 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 88. Distribución luminosa avenida Comunidades de Europa

### Luminarias

Para la instalación antigua y actual se volvía a hacer uso de las mismas luminarias y lámparas que en los casos del polígono industrial, es decir, el modelo Iridium de Philips con lámpara SON-TPP 150 W en el caso original y con lámpara CPO-TW de 90 w en la renovación de 2013. La luminaria escogida para la instalación futura es la Disano Rolle con óptica T2 y lámpara de 14 Leds a 530 mA.

## Resultados

CALZADA		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 20$	$\geq 0.40$
Valor con VSAP	41.09 ✓	0.55 ✓
Valor con HM	27.43 ✓	0.66 ✓
Valor con LED	26.09 ✓	0.61 ✓

Tabla 89. Resultados calzada avenida Comunidades de Europa

CAMINO PEATONAL 2		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 10$	$\geq 3$
Valor con VSAP	20.97 ✗ (>150%)	13.17 ✓
Valor con HM	17.52 ✗ (>150%)	7.96 ✓
Valor con LED	14.46 ✓	9.77 ✓

Tabla 90. Resultados acera 2 avenida Comunidades de Europa

CARRIL ESTACIONAMIENTO 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 10$	$\geq 3$
Valor con VSAP	17.29 ✗ (>150%)	9.41 ✓
Valor con HM	12.55 ✓	4.95 ✓
Valor con LED	10.68 ✓	6.63 ✓

Tabla 91. Resultados carril estacionamiento avenida Comunidades de Europa

CAMINO PEATONAL 1		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 5$	$\geq 1$
Valor con VSAP	8.11 ✗ (>150%)	4.82 ✓
Valor con HM	4.82 ✗	2.95 ✓
Valor con LED	5.07 ✓	3.86 ✓

Tabla 92. Resultados acera 1 avenida Comunidades de Europa



### 2.4.11 Calle Pinto

#### *Planificación*

Para el estudio de esta vía ha sido necesario dividir en dos partes el cálculo ya que por limitaciones del software utilizado, no se permite variar la geometría de la calle a lo largo de ésta, por lo que se decidió hacer un estudio por separado de lo que sería la calzada central y otro estudio que solo analiza la calzada que sirve tanto de entrada como de salida del parking del centro comercial ya que el resto consta con los mismos valores que en el tramo normal.



Figura 51. Calle Pinto

#### Tramo normal

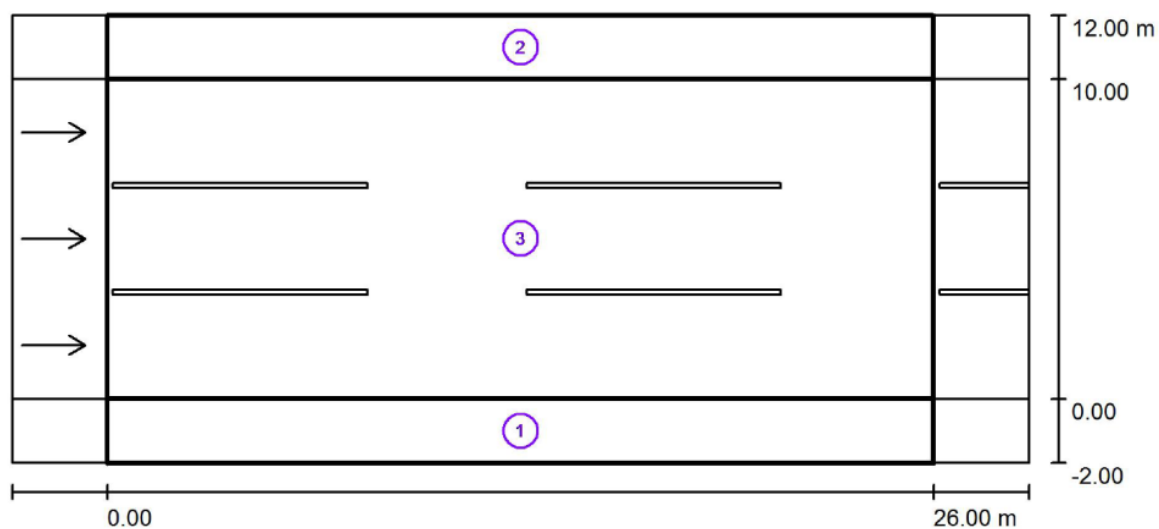


Figura 52. Dimensiones calle Pinto tramo normal

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Camino Peatonal 2	2 m	S1
Calzada 1	10 m	ME3c
Camino Peatonal 1	2 m	S1

Tabla 93. Perfil calle Pinto tramo normal

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Bilateral Frente a Frente
Distancia entre mástiles	26 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	-0.5 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	0.5 m

Tabla 94. Distribución luminosa calle Pinto tramo normal

### Tramo segunda calzada

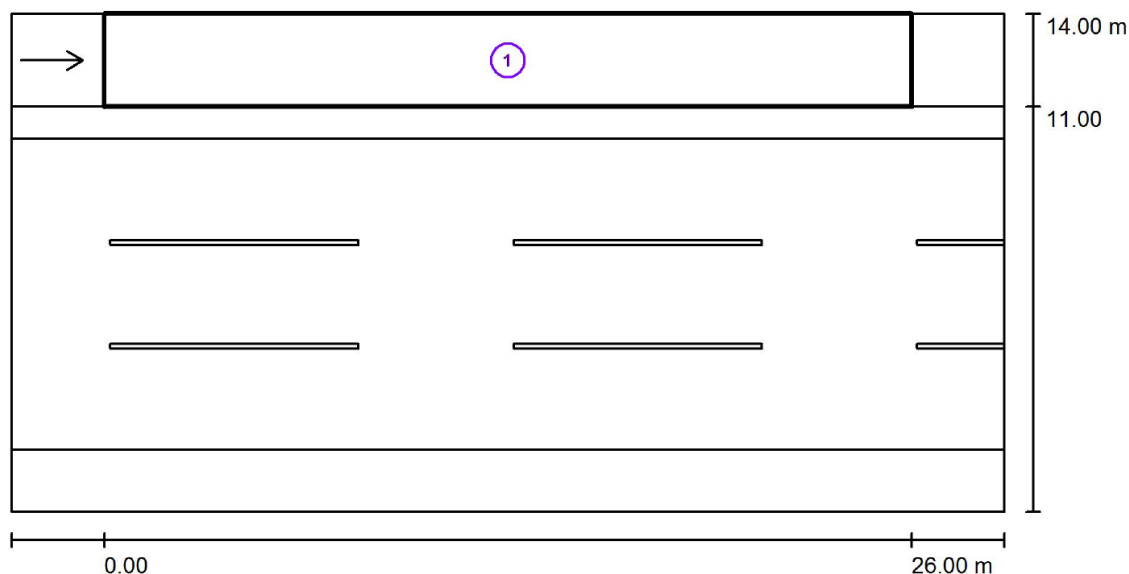


Figura 53. Calle Pinto tramo especial

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Calzada 2	3 m	ME4a
Arcén central	2 m	S1
Calzada 1	10 m	ME3c
Camino Peatonal 1	2 m	S1

Tabla 95. Perfil calle Pinto tramo especial

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Sobre arcén central
Distancia entre mástiles	26 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	0.5 m

Tabla 96. Distribución luminosa calle Pinto tramo especial

### Luminarias

Dado que no están ya disponibles las luminarias exactas utilizadas en Parla para las instalaciones anteriores a la de estudio, se ha realizado una aproximación las luminarias con las luminarias CDS592 con lámpara de vapor de sodio a alta presión de 150 W de potencia y la luminaria CDS501 con lámpara de halogenuros metálicos de 60 W, ambas del catálogo de Philips, ya que utilizan la misma lámpara de la que nos aportaron información y tienen una óptica muy similar a la que podemos ver actualmente instalada. Como propuesta de futuro se ha escogido la luminaria Disano Sforza LED 3225 con lente elíptica y lámpara de 36 LEDs con un consumo total de 38,9 W (41,94 % más eficiente que la Philips de halogenuros metálicos).

### Resultados

Las aceras obtendrán los mismos resultados debido a la disposición frente a frente de los puntos de luz.

CALZADA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
Valor consigna	$\geq 1.25$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Valor con VSAP	1.92 ✓	0.86 ✓	0.89 ✓	3 ✓	0.84 ✓
Valor con HM	1.71 ✓	0.89 ✓	0.86 ✓	7 ✓	0.76 ✓
Valor con LED	1.25 ✓	0.67 ✓	0.82 ✓	10 ✓	0.88 ✓

Tabla 97. Resultados calzada calle Pinto

CAMINOS PEATONALES		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 15$	$\geq 5$
Valor con VSAP	34.68 ✗ (>150%)	25.10 ✓
Valor con HM	22.37 ✓	14.66 ✓
Valor con LED	16.78 ✓	14.34 ✓

Tabla 98. Resultados aceras calle Pinto

CALZADA SECUNDARIA					
	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	$U_0$	$U_1$	TI [%]	SR
<b>Valor consigna</b>	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
<b>Valor con VSAP</b>	1.58 ✓	0.83 ✓	0.86 ✓	3 ✓	0.96 ✓
<b>Valor con HM</b>	1.27 ✓	0.83 ✓	0.86 ✓	5 ✓	1 ✓
<b>Valor con LED</b>	1.17 ✓	0.70 ✓	0.77 ✓	9 ✓	0.96 ✓

Tabla 99. Resultados calzada especial calle Pinto

## 2.4.12 Rotonda Avenida Cerro del Rubal

### Planificación

El cálculo de las glorietas se ha tenido que realizar mediante el método de luminancia ya que por imposibilidades del programa de cálculo, no ha sido posible hacerlo mediante iluminancias. Por tanto al ser una rotonda con un nivel de iluminación en la calzada ME2, su equivalente según [1] sería una clase de alumbrado CE2.



Figura 54. Rotonda avenida Cerro del Rubal

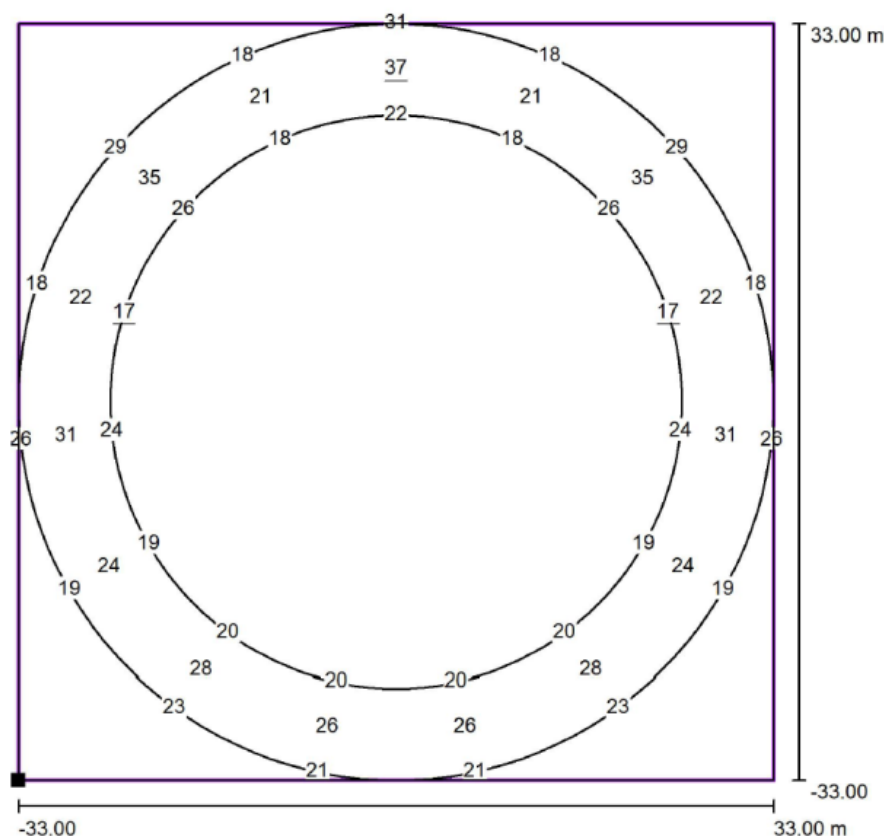


Figura 55. Glorieta avenida Cerro del Rubal

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Diámetro interno	50 m	
Diámetro externo	66 m	
Ancho de la vía	8 m	ME2/CE2

Tabla 100. Perfil glorieta avenida Cerro del Rubal

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	25.9 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	10 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 101. Distribución luminosa glorieta avenida Cerro del Rubal

### Luminarias

En la instalación antigua y actual estaban instaladas las mismas luminarias y las mismas lámparas que en las de la calle colindante (Avenida Cerro del Rubal). Para la instalación futura se ha propuesto la luminaria Rolle con óptica T4 de 14 Leds a 700 mA que permite ahorrar un 23,53 % respecto a la luminaria actual que es la Philips Iridium con lámpara de halogenuros metálicos de 153 W de consumo total.

## Resultados

CALZADA		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 20$	$\geq 0.40$
Valor con VSAP	46 ✖ (>150%)	0.44 ✔
Valor con HM	26 ✔	0.57 ✔
Valor con LED	24 ✔	0.72 ✔

Tabla 102. Resultados glorieta avenida Cerro del Rubal

### 2.4.13 Rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

#### Planificación



Figura 56. Glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

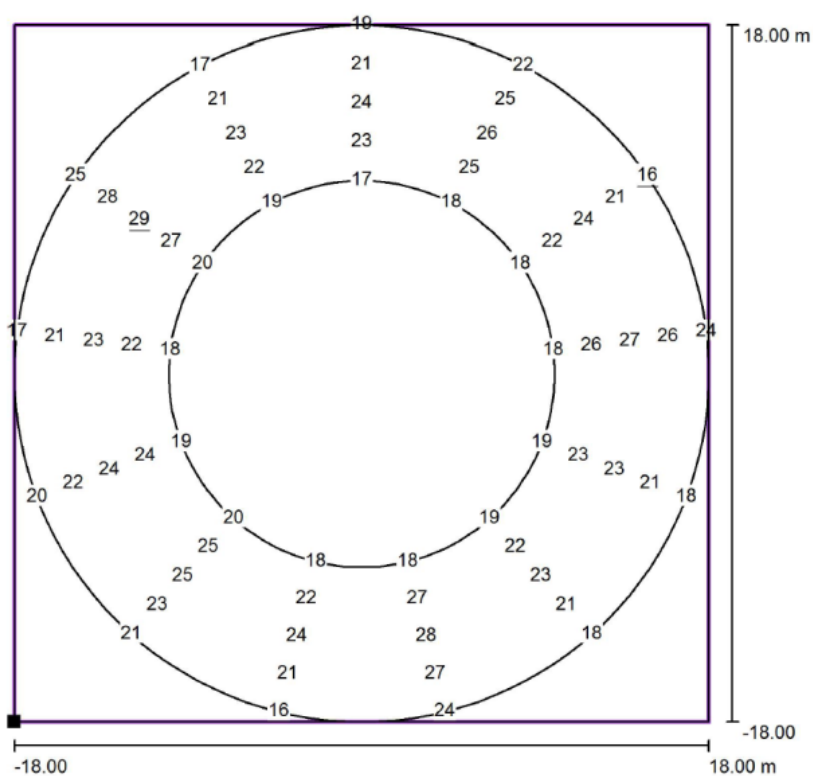


Figura 57. Glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal



PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Diámetro interno	20 m	
Diámetro externo	36 m	
Ancho de la vía	8 m	ME2/CE2

Tabla 103. Perfil glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	22.6 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	0 m
Inclinación de la luminaria (3)	10 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 104. Distribución luminosa glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

### Luminarias

En la instalación antigua y actual estaban instaladas las mismas luminarias y las mismas lámparas que en las de la calle colindante (Avenida Cerro del Rubal). Para la instalación futura se ha propuesto la misma luminaria que en el caso de estudio anterior pero con la lámpara alimentada a 530 mA lo que permite un ahorro mucho más considerable, que alcanza el 41,83 %.

### Resultados

CALZADA		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 20$	$\geq 0.40$
Valor con VSAP	58 ✖ (>150%)	0.65 ✓
Valor con HM	29 ✓	0.68 ✓
Valor con LED	22 ✓	0.74 ✓

Tabla 105. Resultados glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

Si analizamos los datos obtenidos, podemos afirmar que las instalaciones que se pretenden mejorar están sobredimensionadas, lo que provoca un consumo excesivo y nos muestra un incorrecto estudio de la iluminación, ya que, consumiendo mucho menos, hemos obtenido una mejor uniformidad ( $E_{min}/E_m$ ) y una iluminación suficiente según reglamento.

### 2.4.14 Rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa

#### *Planificación*

En este apartado se estudiarán las dos rotondas pertenecientes a la avenida Comunidades de Europa ya que poseen la misma geometría y disposición de los puntos de luz.



Figura 58. Glorieta avenida comunidades de Europa

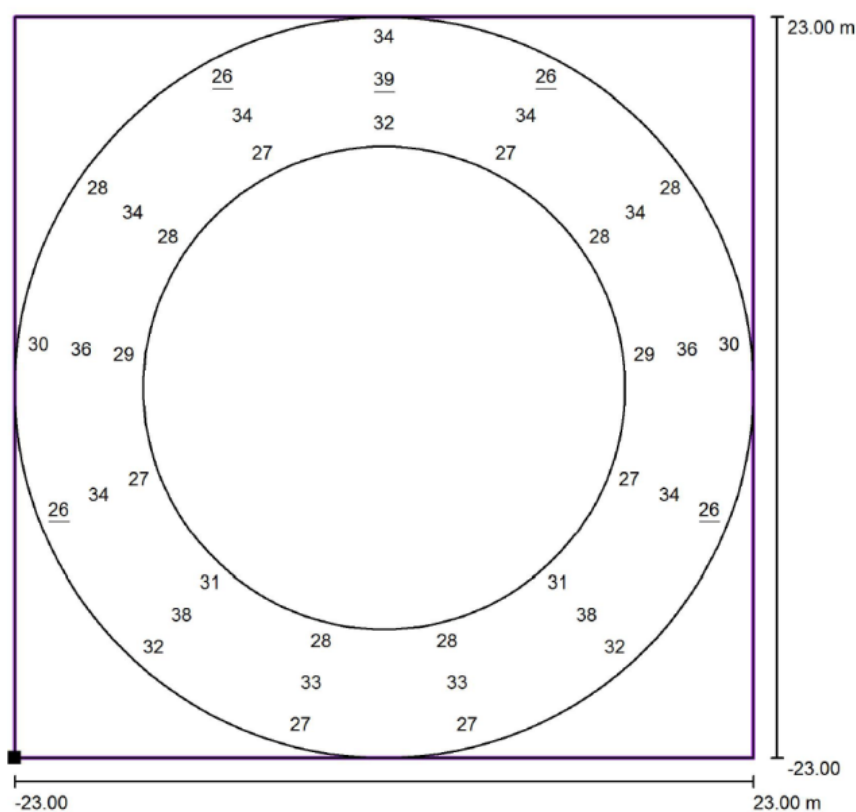


Figura 59. Dimensiones glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Diámetro interno	30 m	
Diámetro externo	46 m	
Ancho de la vía	8 m	CE1

Tabla 106. Perfil glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	18 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 107. Distribución luminosa glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa

### Luminarias

Para las instalaciones anteriores al caso de proyecto se encontraban instaladas las mismas luminarias y lámparas que en la avenida colindante. Para la instalación futura se ha propuesto la luminaria Rolle con la óptica T4 debido a la mejor uniformidad que proporciona su haz luminoso con una lámpara de 14 LEDs a 530 mA. El ahorro con respecto a la luminaria de halogenuros metálicos de 99 W es del 10,1 %.

### Resultados

CALZADA		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 30$	$\geq 0.40$
Valor con VSAP	49 ✖ (>150%)	0.75 ✓
Valor con HM	28 ✖	0.61 ✓
Valor con LED	31 ✓	0.83 ✓

Tabla 108. Resultados glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

Vemos reflejado un fallo de cálculo en el estudio de 2013 que provoca que no se consiga el nivel de iluminancia mínimo para iluminar correctamente el pavimento de la glorieta. Esto se puede deber a un intento por ahorrar más de lo que estrictamente es necesario.

### 2.4.15 Rotonda colindante calle Pinto

#### Planificación



Figura 60. Glorieta colindante calle Pinto

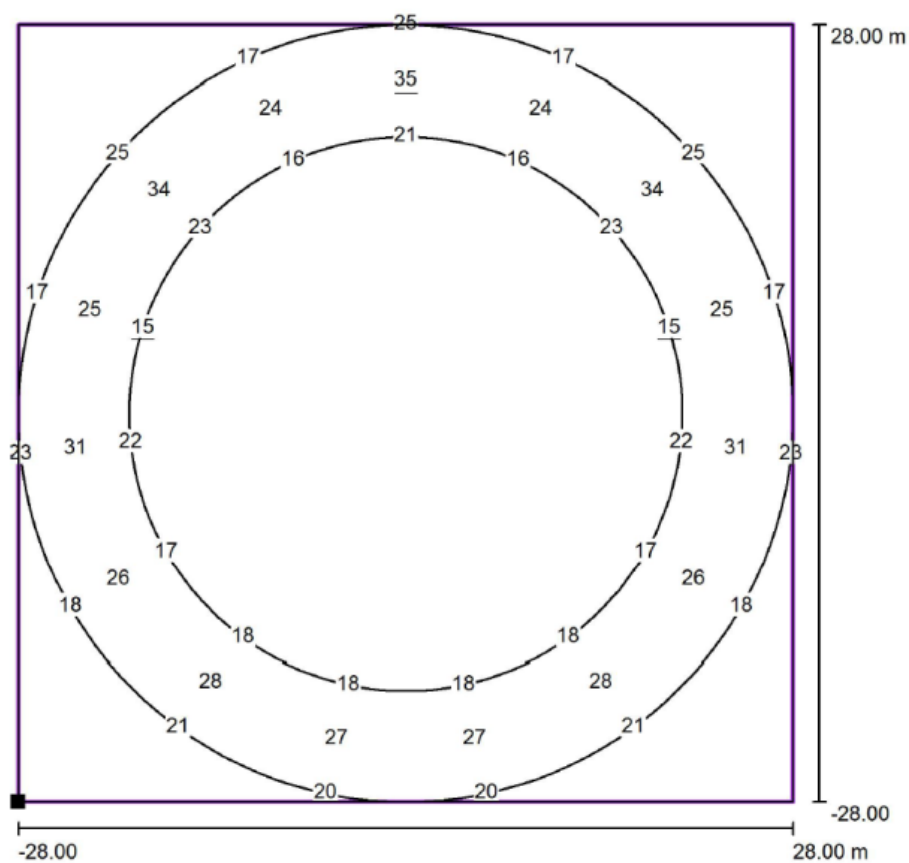


Figura 61. Glorieta colindante calle Pinto

PERFIL DE LA VÍA PÚBLICA		
Zona de Estudio	Anchura	Clasificación
Diámetro interno	40 m	
Diámetro externo	56 m	
Ancho de la vía	8 m	ME2/CE2

Tabla 109. Perfil glorieta colindante calle Pinto

DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS	
Distribución	Unilateral
Distancia entre mástiles	22 m
Altura de montaje (1)	9 m
Saliente sobre la calzada (2)	1 m
Inclinación de la luminaria (3)	0 °
Longitud del brazo (4)	2 m

Tabla 110. Distribución luminosa glorieta colindante calle Pinto

### Luminarias

En las instalaciones anteriores al caso de proyecto se encontraban instaladas las luminarias Iridium del catálogo de Philips. Primero incorporaban una lámpara de vapor de sodio a alta presión de 150 W y a partir de 2013, se cambiaron las lámparas por halogenuros metálicos con una potencia de 90 W. La luminaria propuesta ha sido la Disano Rolle T4 de 14 Leds a 530 mA.

### Resultados

CALZADA		
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valor consigna	$\geq 20$	$\geq 0.40$
Valor con VSAP	36 ✖ (>150%)	0.54 ✔
Valor con HM	21 ✔	0.42 ✔
Valor con LED	22 ✔	0.68 ✔

Tabla 111. Resultados glorieta colindante calle Pinto

## 2.5 CÁLCULOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

En el siguiente apartado, se calificarán energéticamente las instalaciones propuestas como proyecto de mejora y se considerará adecuado el estudio desde el ámbito energético. Para ello se hará uso del artículo 4 del RD 1890/2008 [1] expuesto en el apartado 1.3 de este proyecto. Lo primero que se ha realizado ha sido la recogida de los datos necesarios para hacer la evaluación. Estos son la superficie total a iluminar, la iluminancia media total de esa superficie y la potencia activa total instalada en esa superficie. Una vez recogidos, se realizará la calificación energética:

### 2.5.1 Calle Londres

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
6600	11,6	19,6	18	1035

Tabla 112. Datos calle Londres


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 73,97	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,77 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,26 < 0,91	

Tabla 113. Calificación energética calle Londres

### 2.5.2 Calle París

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
2950	10,21	18,21	10	427,2

Tabla 114. Datos calle París


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 70,50	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,87 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,26 < 0,91	

Tabla 115. Calificación energética calle París



### 2.5.3 Calle Berlín

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
11.000	11,62	19,62	34	1.955

Tabla 116. Datos calle Berlín


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 65,38	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,33 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,3 < 0,91	

Tabla 117. Calificación energética calle Berlín

### 2.5.4 Calle Roma

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
4.425	9,52	17,23	8	557

Tabla 118. Datos calle Roma


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 75,63	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 4,389 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,23 < 0,91	

Tabla 119. Calificación energética calle Roma

### 2.5.5 Calle Lisboa

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
1.980	10,74	18,74	6	534

Tabla 120. Datos calle Lisboa

CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 39,82	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 2,12 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,47 < 0,91	

Tabla 121. Calificación energética calle Lisboa

### 2.5.6 Calle Bruselas

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
4.420	9,67	17,41	11	704

Tabla 122. Datos calle Bruselas

CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 60,71	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,49 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,29 < 0,91	

Tabla 123. Calificación energética calle Bruselas

### 2.5.7 Calle Ámsterdam

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
3.900	13,32	21,32	8	464

Tabla 124. Datos calle Ámsterdam


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 111,96	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 5,25 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,19 < 0,91	

Tabla 125. Calificación energética calle Ámsterdam

### 2.5.8 Calle Atenas

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
4.455	12,62	20,62	15	870

Tabla 126. Datos calle Atenas


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 64,62	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,13 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,32 < 0,91	

Tabla 127. Calificación energética calle Atenas

### 2.5.9 Avenida Cerro del Rubal

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
21.720	17,75	24,65	50	4.450

Tabla 128. Datos avenida Cerro del Rubal

CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 86,64	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 3,51 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,28 < 0,91	

Tabla 129. Calificación energética avenida Cerro del Rubal

### 2.5.10 Avenida Comunidades de Europa

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
5.375	18,85	25,31	15	1.335

Tabla 130. Datos avenida Comunidades de Europa

CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 75,89	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 2,99 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,33 < 0,91	

Tabla 131. Calificación energética avenida Comunidades de Europa

### 2.5.11 Calle Pinto

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
5.100	16,65	23,99	42	1.633,8

Tabla 132. Datos calle Pinto


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 51,97	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 2,17 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,46 < 0,91	

Tabla 133. Calificación energética avenida Cerro del Rubal

### 2.5.12 Rotonda Avenida Cerro del Rubal

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia (ε <sub>R</sub> )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
1.458	24	28,4	8	943,2

Tabla 134. Datos rotonda Avenida Cerro del Rubal


CÁLCULOS		RESULTADO
ε (m <sup>2</sup> ·lx/W)	(S·E <sub>m</sub> )/P = 37,1	
I <sub>ε</sub>	ε/ ε <sub>R</sub> = 1,31 > 1,1	
ICE	1/ I <sub>ε</sub> = 0,77 < 0,91	

Tabla 135. Calificación energética rotonda Avenida Cerro del Rubal

### 2.5.13 Rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
704	22	27,2	5	445

Tabla 136. Datos rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal


CÁLCULOS		RESULTADO
$\epsilon$ (m <sup>2</sup> ·lx/W)	$(S \cdot E_m)/P = 34,8$	
$I_\epsilon$	$\epsilon / \epsilon_R = 1,28 > 1,1$	
ICE	$1 / I_\epsilon = 0,78 < 0,91$	

Tabla 137. Calificación energética rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal

### 2.5.14 Rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
955	31	32	8	712

Tabla 138. Datos rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa


CÁLCULOS		RESULTADO
$\epsilon$ (m <sup>2</sup> ·lx/W)	$(S \cdot E_m)/P = 41,58$	
$I_\epsilon$	$\epsilon / \epsilon_R = 1,3 > 1,1$	
ICE	$1 / I_\epsilon = 0,77 < 0,91$	

Tabla 139. Calificación energética rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa



### 2.5.15 Rotonda colindante calle Pinto

DATOS DE ENTRADA				
Superficie a iluminar (m <sup>2</sup> )	Iluminancia media (lx)	Eficiencia energética de referencia ( $\epsilon_R$ )	Número de luminarias	Potencia total activa (W)
1.206	22	27,2	8	712

Tabla 140. Datos rotonda colindante calle Pinto


CÁLCULOS		RESULTADO
$\epsilon$ (m <sup>2</sup> ·lx/W)	$(S \cdot E_m)/P = 37,26$	
$I_\epsilon$	$\epsilon / \epsilon_R = 1,37 > 1,1$	
ICE	$1 / I_\epsilon = 0,73 < 0,91$	

Tabla 141. Calificación energética rotonda colindante calle Pinto

## 2.6 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Al ser un proyecto de renovación del alumbrado, tal como se ha especificado en otros apartados, para reducir costes se ha hecho uso de las acometidas que ya estaban en uso, procurando que se cumpla el reglamento en todo momento. Por tanto, tras haber realizado una consulta a la empresa encargada de mantenimiento, se van a calcular las caídas de tensión máximas que se van a tener en esta instalación para ver si cumplen con el reglamento. En caso de que no fuese así, el presupuesto de este proyecto se vería afectado ya que habría que hacer una renovación de los conductores que alimentan a esta instalación.

Para ello, se hará uso de la ITC.BT 09 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión [11] y se va a considerar una potencia aparente de 1,8 veces la potencia en vatios de la instalación. Puesto que la caída de tensión ha de ser menor al 3 % entre el origen y cualquier punto de la línea, se estudiarán las caídas de tensión en todos los puntos de luz de la línea; si cumple para esta situación, se dará la instalación por correcta, de lo contrario, habrá que realizar un nuevo dimensionamiento de los conductores.

Además, cada punto de luz tendrá un factor de potencia corregido igual o superior a 0,9. Los estudios se harán para un conductor de sección 6 mm<sup>2</sup> (a excepción de la avenida Cerro del Rubal, que la estudiaremos para un cable de 10 mm<sup>2</sup> de sección) ya que es el conductor más pequeño que recoge el reglamento, por lo que cualquier conductor instalado actualmente será igual superior a éste.

Primero se definirán los tramos que componen las líneas y se hallarán las caídas de tensión y la intensidad de corriente haciendo uso de las siguientes fórmulas:

- Potencia instalada en cada línea [P]:

$$P=1.8 \cdot P_{\text{cada luminaria}} \cdot N^{\circ} \text{de luminarias de la línea} \quad (15)$$

- Intensidad de corriente [A]:

$$I = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \cdot U(V) \cdot \cos\varphi} \quad (16)$$

Donde:

- P es la potencia instalada en cada ramal
- U es la tensión
- $\cos\varphi$  es el factor de potencia y tiene un valor de 0,9 (Adimensional)

- Caída de tensión [V]:

$$e = \frac{P(W) \cdot L(m)}{U(V) \cdot K \left( S \cdot \frac{m}{mm^2} \right) \cdot S(mm^2)} \quad (17)$$

Donde:

- L es la longitud del tramo considerado [m]
- K es la conductividad del cobre y tiene un valor de 56 [Siemens·m/mm<sup>2</sup>]
- S es la sección del cable [mm<sup>2</sup>]

- Caída de tensión [%]:

$$e(\%) = \frac{e}{U} \cdot 100 \quad (18)$$

Una vez explicadas las ecuaciones necesarias para el cálculo de todos los parámetros eléctricos, se adjunta una hoja de cálculo realizada con el software Excel perteneciente a Microsoft Office ®:

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Londres</b>	28	18	1863	2,99	0,39	<b>0,95</b>
	28	17	1759,5	2,82	0,37	
	28	16	1656	2,66	0,35	
	28	15	1552,5	2,49	0,32	
	28	14	1449	2,32	0,3	
	28	13	1345,5	2,16	0,28	
	28	12	1242	1,99	0,26	
	28	11	1138,5	1,83	0,24	
	28	10	1035	1,66	0,22	
	28	9	931,5	1,49	0,19	
	28	8	828	1,33	0,17	
	28	7	724,5	1,16	0,15	
	28	6	621	1	0,13	
	28	5	517,5	0,83	0,11	
	28	4	414	0,66	0,09	
	28	3	310,5	0,5	0,06	
	28	2	207	0,33	0,04	
	28	1	103,5	0,17	0,02	

Tabla 142. Caída de tensión calle Londres

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Berlín tramo hasta calle atenas</b>	28	19	1966,5	3,15	0,41	<b>1,05</b>
	28	18	1863	2,99	0,39	
	28	17	1759,5	2,82	0,37	
	28	16	1656	2,66	0,35	
	28	15	1552,5	2,49	0,32	
	28	14	1449	2,32	0,3	
	28	13	1345,5	2,16	0,28	
	28	12	1242	1,99	0,26	
	28	11	1138,5	1,83	0,24	
	28	10	1035	1,66	0,22	
	28	9	931,5	1,49	0,19	
	28	8	828	1,33	0,17	
	28	7	724,5	1,16	0,15	
	28	6	621	1	0,13	
	28	5	517,5	0,83	0,11	
	28	4	414	0,66	0,09	
	28	3	310,5	0,5	0,06	
	28	2	207	0,33	0,04	
	28	1	103,5	0,17	0,02	

Tabla 143. Caída de tensión Calle Berlín tramo 1

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Berlín tramo desde calle atenas</b>	28	17	1759,5	2,82	0,37	<b>0,85</b>
	28	16	1656	2,66	0,35	
	28	15	1552,5	2,49	0,32	
	28	14	1449	2,32	0,3	
	28	13	1345,5	2,16	0,28	
	28	12	1242	1,99	0,26	
	28	11	1138,5	1,83	0,24	
	28	10	1035	1,66	0,22	
	28	9	931,5	1,49	0,19	
	28	8	828	1,33	0,17	
	28	7	724,5	1,16	0,15	
	28	6	621	1	0,13	
	28	5	517,5	0,83	0,11	
	28	4	414	0,66	0,09	
	28	3	310,5	0,5	0,06	
	28	2	207	0,33	0,04	
	28	1	103,5	0,17	0,02	

Tabla 144. Caída de tensión Calle Berlín tramo 2

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Roma</b>	30	8	1002,6	1,61	0,22	0,29
	30	7	877,275	1,41	0,2	
	30	6	751,95	1,21	0,17	
	30	5	626,625	1	0,14	
	30	4	501,3	0,8	0,11	
	30	3	375,975	0,6	0,08	
	30	2	250,65	0,4	0,06	
	30	1	125,325	0,2	0,03	

Tabla 145. Caída de tensión Calle Roma

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Lisboa</b>	30	6	961,2	1,54	0,21	0,2
	30	5	801	1,28	0,18	
	30	4	640,8	1,03	0,14	
	30	3	480,6	0,77	0,11	
	30	2	320,4	0,51	0,07	
	30	1	160,2	0,26	0,04	

Tabla 146. Caída de tensión Calle Lisboa

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Bruselas</b>	28	11	1267,2	2,03	0,26	0,42
	28	10	1152	1,85	0,24	
	28	9	1036,8	1,66	0,22	
	28	8	921,6	1,48	0,19	
	28	7	806,4	1,29	0,17	
	28	6	691,2	1,11	0,14	
	28	5	576	0,92	0,12	
	28	4	460,8	0,74	0,1	
	28	3	345,6	0,55	0,07	
	28	2	230,4	0,37	0,05	
	28	1	115,2	0,18	0,02	

Tabla 147. Caída de tensión Calle Bruselas

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Calle Ámsterdam y rotonda colindante</b>	26	13	2082,6	3,34	0,4	<b>0,43</b>
	26	12	1922,4	3,08	0,37	
	26	11	1762,2	2,83	0,34	
	26	10	1602	2,57	0,31	
	26	9	1441,8	2,31	0,28	
	26	8	1281,6	2,06	0,25	
	26	7	1121,4	1,8	0,22	
	26	6	961,2	1,54	0,19	
	22,6	5	801	1,28	0,13	
	22,6	4	640,8	1,03	0,11	
	22,6	3	480,6	0,77	0,08	
	22,6	2	320,4	0,51	0,05	
	22,6	1	160,2	0,26	0,03	

Tabla 148. Caída de tensión Calle Ámsterdam y rotonda

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
<b>Avda. Cerro del rubal y rotonda colindante (2 cuadros)</b>	32	29	4645,8	7,45	0,66	<b>2,49</b>
	32	28	4485,6	7,19	0,64	
	32	27	4325,4	6,94	0,62	
	32	26	4165,2	6,68	0,6	
	32	25	4005	6,42	0,57	
	32	24	3844,8	6,17	0,55	
	32	23	3684,6	5,91	0,53	
	32	22	3524,4	5,65	0,5	
	32	21	3364,2	5,4	0,48	
	32	20	3204	5,14	0,46	
	32	19	3043,8	4,88	0,43	
	32	18	2883,6	4,62	0,41	
	32	17	2723,4	4,37	0,39	
	32	16	2771,28	4,44	0,4	
	32	15	2611,08	4,19	0,37	
	26	14	2398,86	3,85	0,28	
	26	13	2186,64	3,51	0,25	
	26	12	1974,42	3,17	0,23	
	26	11	1762,2	2,83	0,2	
	32	10	1602	2,57	0,23	
	32	9	1441,8	2,31	0,21	
	32	8	1281,6	2,06	0,18	
	32	7	1121,4	1,8	0,16	
	32	6	961,2	1,54	0,14	
	32	5	801	1,28	0,11	
	32	4	640,8	1,03	0,09	
	32	3	480,6	0,77	0,07	
	32	2	320,4	0,51	0,05	
	32	1	160,2	0,26	0,02	

Tabla 149. Caída de tensión avenida Cerro del Rubal y rotonda



Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
Calle Atenas	25	15	1566	2,51	0,29	0,6
	25	14	1461,6	2,34	0,27	
	25	13	1357,2	2,18	0,25	
	25	12	1252,8	2,01	0,23	
	25	11	1148,4	1,84	0,21	
	25	10	1044	1,67	0,19	
	25	9	939,6	1,51	0,17	
	25	8	835,2	1,34	0,16	
	25	7	730,8	1,17	0,14	
	25	6	626,4	1	0,12	
	25	5	522	0,84	0,1	
	25	4	417,6	0,67	0,08	
	25	3	313,2	0,5	0,06	
	25	2	208,8	0,33	0,04	
	25	1	104,4	0,17	0,02	

Tabla 150. Caída de tensión Calle Atenas

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
Avda. comunidades europea, rotondas colindantes y calle paris	18	31	4966,2	7,96	0,67	1,94
	18	14	2242,8	3,6	0,3	
	18	13	2082,6	3,34	0,28	
	18	12	1922,4	3,08	0,26	
	30	11	1762,2	2,83	0,39	
	30	10	1602	2,57	0,36	
	30	9	1441,8	2,31	0,32	
	30	8	1281,6	2,06	0,29	
	30	7	1121,4	1,8	0,25	
	30	6	961,2	1,54	0,21	
	30	5	801	1,28	0,18	
	18	4	640,8	1,03	0,09	
	18	3	480,6	0,77	0,06	
	18	2	320,4	0,51	0,04	
	18	1	160,2	0,26	0,02	
	18	16	2563,2	4,11	0,34	
	18	15	2403	3,85	0,32	
	18	14	2242,8	3,6	0,3	
	18	13	2082,6	3,34	0,28	
	30	12	1922,4	3,08	0,43	
	30	11	1762,2	2,83	0,39	
	30	10	1602	2,57	0,36	
	30	9	1441,8	2,31	0,32	
	30	8	1281,6	2,06	0,29	
	30	7	1121,4	1,8	0,25	
	30	6	961,2	1,54	0,21	
	30	5	801	1,28	0,18	
	18	4	640,8	1,03	0,09	
	18	3	480,6	0,77	0,06	
	18	2	320,4	0,51	0,04	
	18	1	160,2	0,26	0,02	

Tabla 151. Caída de tensión avenida Comunidades de Europa y rotondas

Circuito (por cada cuadro eléctrico)	Longitud (m)	Puntos de luz	Potencia corregida (W)	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	Caída de tensión total (%)
Calle Pinto y rotonda colindante	22	29	4222,44	6,77	0,69	1,56
	22	14	2021,04	3,24	0,33	
	22	13	1860,84	2,98	0,3	
	22	12	1700,64	2,73	0,28	
	26	11	1540,44	2,47	0,3	
	26	10	1400,4	2,25	0,27	
	26	9	1260,36	2,02	0,24	
	26	8	1120,32	1,8	0,22	
	26	7	980,28	1,57	0,19	
	26	6	840,24	1,35	0,16	
	26	5	700,2	1,12	0,14	
	26	4	560,16	0,9	0,11	
	26	3	420,12	0,67	0,08	
	26	2	280,08	0,45	0,05	
	26	1	140,04	0,22	0,03	
	22	14	2041,2	3,27	0,33	
	22	13	1881	3,02	0,31	
	22	12	1720,8	2,76	0,28	
	22	11	1560,6	2,5	0,26	
	26	10	1400,4	2,25	0,27	
	26	9	1260,36	2,02	0,24	
	26	8	1120,32	1,8	0,22	
	26	7	980,28	1,57	0,19	
	26	6	840,24	1,35	0,16	
	26	5	700,2	1,12	0,14	
	26	4	560,16	0,9	0,11	
	26	3	420,12	0,67	0,08	
	26	2	280,08	0,45	0,05	
	26	1	140,04	0,22	0,03	

Tabla 152. Caída de tensión Calle Pinto y rotonda

Como podemos comprobar, se cumple sobradamente con el reglamento para una sección de 6 mm<sup>2</sup> (a excepción de la Avenida Cerro del Rubal que lleva instalado un cable de mayor sección ya que es una calle muy larga y con luminarias más potentes).



# CAPÍTULO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

---

## 3.1 GENERALIDADES

### 3.1.1 Objeto del pliego

El presente Pliego de Condiciones afectará a la ejecución de todas las obras de “PROYECTO DE ALUMBRADO. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CIUDAD DE PARLA”.

Se hace constar, al mismo tiempo, que las condiciones que se exigen en el presente Pliego, serán las mínimas aceptables.

### 3.1.2 Condiciones facultativas legales

Regirán en las obras de instalación del presente Proyecto, además de lo previsto en este Pliego y lo reseñado en las normativas que se indican a lo largo de este Trabajo Fin de Grado, las Normas e Instrucción para Alumbrado Urbano, publicadas por el Ministerio de Fomento a través de la gerencia de Urbanización.

### 3.1.3 Ámbito de aplicación

Se aplicará el Presente Pliego de Condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de obra necesarias para realizar las obras del presente Proyecto.

## 3.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES

### 3.2.1 Centro de mando

Para el accionamiento y protección de las unidades luminosas se instalará el Centro de Mando (a no ser que ya esté instalado, en cuyo caso se hará uso del mismo).

Será de doble aislamiento del tipo intemperie, accesible sin necesidad de permisos de terceras personas y no estará sometido a servidumbre.

Los circuitos se podrán conmutar por medio de los contactores, al objeto de conseguir una uniformidad de la vida de las lámparas.

Estarán diseñados, tanto en capacidad de potencia como en espacio, para poder ampliar futuras salidas, como mínimo en un 30 %.

### 3.2.2 Conductores: tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones

Todos los conductores empleados en la instalación serán de cobre.

No se admitirán cables que presenten desperfectos de haber sido usados con anterioridad o que no vayan en su bobina de origen.

No se admitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y secciones.

Los conductores de la alimentación de los puntos de luz, deberán ser aptos para trabajar en régimen permanente a temperatura ambiente de 70 °C.

### 3.2.3 Accesorios

#### *Lámparas*

Se utilizarán de las clases y características indicadas en Memoria Descriptiva. Las características fotométricas, mecánicas y estéticas de las luminarias con que está redactado este Proyecto no podrán ser modificadas por el adjudicatario.

#### *Tomas de tierra*

Sus características y formas de conexión son las que figuran en el capítulo 1 “MEMORIA DESCRIPTIVA”.

### 3.2.4 Pruebas de funcionamiento. Medidas eléctricas

Una vez terminada la instalación, el Director de la Obra en presencia del Contratista efectuará (por sí mismo o con la colaboración de un Laboratorio Oficial), las siguientes mediciones:

- Iluminación media horizontal en la calzada.
- Caída de tensión en los diversos tramos de las líneas de conducción de energía, con todas las lámparas conectadas y una vez que estén todas ellas en régimen total de funcionamiento.

- Ensayo de aislamiento entre conductores activos con el neutro puesto a tierra y entre conductores activos aislados.
- Comprobación de equilibrio entre fases, indicando la intensidad en cada una de ellas.
- Medición de la resistencia a tierra.
- Medición del factor de potencia, que debe ser superior a 0,85.

### 3.2.5 Obra civil

Además de las disposiciones dadas por la entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (almádena), está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con tajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.
- Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.
- Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.
- El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española de Ministerio de Fomento. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 o 3 mm de diámetro.
- Los áridos gruesos serán procedentes de piedra dura silíceas, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.
- Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea, piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- Agua. Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- Mezcla. La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especiales para ello.



### 3.2.6 Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado

Su ejecución comprende las siguientes acciones:

- Apertura de zanjas, suministro y colocación de protección de arena, suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo, colocación de la cinta de "atención al cable", tapado y apisonado de las zanjas, carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes, utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.
- Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.
- El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.
- Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento de las aceras las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.
- Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.
- Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.
- Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.
- Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.
- Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.
- Se deben tomar las precauciones precisas para no tapar con tierra, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.
- Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.
- En los pasos de carruajes, entradas a garajes, etc. tanto existentes como futuras, serán ejecutadas cruces de tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del supervisor de obra.
- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente. Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros de luz de malla que atraviesa, como máximo.

- Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.
- En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 10 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.
- Se instalará una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable encima de la segunda capa de arena; esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor. Las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01 [14].
- En las canalizaciones de cables de baja tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01 [15]. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable o terna de cables unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.
- Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.
- El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable" se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.
- Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como al esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.
- En lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.
- Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.
- El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:
  - Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
  - En las entradas de carruajes o garajes públicos
  - En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
  - En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

## 3.3 NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### **Modificaciones y alteraciones del proyecto**

Si antes de dar comienzo las obras o durante su construcción, se acordase introducir en el Proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción de las cantidades de obra previstas en el presupuesto, siempre que sean comprendidas en la contrata, serán obligatorias al contratista estas disposiciones sin que tenga derecho en caso de supresión o reducción de la obra a reclamar ninguna indemnización, con el pretexto de supuestos beneficios que hubiera podido obtener en la parte suprimida o reducida.

No podrá el Contratista hacer por sí, alteración alguna de las partes del Proyecto sin autorización escrita por el Técnico Director y tendrá la obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresamente citadas en este Pliego.

### **Plazo de ejecución de la instalación**

El plazo de ejecución de las obras, será de TREINTA Y UN (31) DÍAS contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo, fijándose que la misma se firmará dentro de los quince días siguientes a la fecha de adjudicación de la Obra.

### **Ensayos y pruebas**

Todos los materiales, aparatos eléctricos, cables, etc. podrán ser sometidos a cuantos ensayos y pruebas indique la Dirección de Obra, siendo el coste de dichas pruebas o ensayos de la exclusiva cuenta del adjudicatario.

### **Proposiciones**

Si los aparatos y materiales que ofertan los diferentes licitadores fueran distintos a los proyectados deberán acompañarse a los documentos de licitación, los tipos o modelos que se propongan, a fin de poder enjuiciar debidamente la posibilidad de su aceptación.

### **Recepción de las obras**

Una vez ultimada la instalación del Contratista y de la Dirección de Obra, ésta se someterá a las pruebas que se estimen necesarias por dicha Dirección antes de la recepción de la instalación.

### **Descripción de las obras**

Las obras que comprende el presente Proyecto abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para realizar la instalación completa de los puntos luminosos y la red de alumbrado de la calle de que se trata.

Comprende las siguientes operaciones:

- Todos los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de los materiales sobrantes a vertederos a indicar por los servicios municipales competentes.
- Suministro de todo el material necesario, tanto mecánico como eléctrico, con destino a las instalaciones.
- Obra civil de acometida al cuadro de mando (en caso de ser necesario).
- Pruebas y puesta a punto de la instalación.

### **Permisos y licencias**

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución y puesta en servicio de las obras e instalaciones, y deberá abonar todos los cargos, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos o licencias.

### **Replanteo**

Una vez adjudicada la obra, el Director de la misma comunicará al Contratista por escrito la fecha del replanteo de la misma, siempre con el objetivo de efectuarlo antes de 15 días contados a partir de la fecha de adjudicación de la obra.

Los trabajos de replanteo, se ejecutarán por cuenta del Contratista, sin que por ello tenga derecho a abono alguno especial.

### **Orden en los trabajos**

El Contratista organizará los trabajos y los medios auxiliares. No obstante, cuando el Director de la Obra lo estime oportuno (por incumplimiento de plazos, por razones de seguridad de personal, por higiene u otros motivos cualesquiera) podrá tomar a su cargo directamente la organización de los trabajos, siendo obligatorias todas las órdenes que dé para el Contratista y sin que pueda admitirse reclamación alguna por ello.

### **Inspección y vigilancia de las obras**

El Contratista dará toda clase de facilidades al personal encargado de la inspección de las obras para que realicen su misión de la manera más eficaz posible, colaborando con él en la toma de nuestras mediciones, ensayos y comprobaciones que aquel juzgue conveniente efectuar, incluso transportando las muestras hasta los laboratorios en los que deban efectuarse los análisis correspondientes, siendo de cuenta del Contratista los gastos que todo ello ocasione.

### **Señalización de las obras**

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas, tanto frontal como longitudinalmente, mediante las señales indicadoras reglamentarias.

### **Limpieza de las obras**

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus alrededores de escombros y material sobrante, retirar las instalaciones provisionales cuando no sean necesarias, así

como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios, para que la obra ofrezca buen aspecto a juicio del director de la misma.

### **Ensayos y análisis de los materiales**

Los ensayos y análisis que deben realizarse con los materiales y elementos que se utilizarán en la obra, se verificarán a indicación del Director de Obra en el Laboratorio Oficial o de Organismo Público que éste fije. La toma de muestras se efectuará por el Director de Obra en presencia del Contratista y dará fe de los resultados obtenidos las certificaciones expedidas por los laboratorios escogidos.

### **Significación de los ensayos y pruebas durante la ejecución de los trabajos**

Los ensayos y pruebas verificadas durante la realización de la instalación, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente la admisión de materiales u obras, en cualquier forma que se realicen, no atenúan las obligaciones de subsanar o reponer, que el Contratista contrae se las instalaciones inaceptables, parcial o totalmente, en el acto del reconocimiento final y prueba de recepción.

### **Muestras**

De cada material presentará el Contratista una muestra al Director de obra, quedando en poder de la propiedad para posterior comprobación tras ser aceptadas. También se podrán exigir los correspondientes certificados de calidad.

### **Garantía de ejecución**

Durante el desarrollo de las obras y hasta que tenga lugar la recepción, el Contratista es el responsable de los defectos que puedan observarse en los materiales utilizados o en la realización de la instalación y de las consecuencias que de ello se puedan derivar.

### **Mano de obra**

Todas las obras comprendidas en el presente Pliego de Condiciones, se realizarán con los buenos principios de la especialidad correspondiente, atendiéndose al Proyecto, a la Reglamentación vigente, a las prácticas establecidas en obras similares y a las indicaciones del Director de la Obra.

### **Modificación de las obras**

El Director de la obra solo podrá acordar modificaciones en el Proyecto cuando sean consecuencia de necesidades nuevas o de causas técnicas imprevistas al redactarlo.

Si las modificaciones del Proyecto representan variación en el presupuesto de las obras, el plazo de ejecución podrá ser reajustado sin que pueda ser aumentado o disminuido en mayor proporción que en la que resulte afectado el presupuesto. Las posibles modificaciones que puedan efectuarse como consecuencia de necesidades nuevas surgidas durante la realización de las obras podrán ser adjudicadas al Contratista por el Director de Obra, si su importe total es inferior al 10 % del presupuesto de adjudicación.

### **Responsabilidad del contratista**

La ejecución de las obras se realizará a riesgo y ventura del Contratista y éste no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en los materiales o realizaciones, sino en los casos de fuerza mayor, tal como se define ésta en la legislación vigente.

### **Daños**

Serán de cuenta del Contratista todos los daños que se causen a terceros como consecuencia de la ejecución de las obras, de defectos en los materiales utilizados o la realización de la instalación.

### **Obligaciones generales**

El Contratista queda obligado a cumplir las disposiciones vigentes o que lo sean durante la ejecución de las obras que afectan a obligaciones económicas y fiscales de todo orden, o tengan relación con el contrato o accidentes de trabajo, seguro obrero y atenciones de carácter social.

### **Penalidades**

Las penalidades por demora se graduarán ateniéndose al REAL DECRETO 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. [16]

### **Pruebas de la instalación**

Antes de efectuar la recepción, se comprobará la exactitud de los planos y del esquema eléctrico facilitado por el contratista.

### **Acta de recepción de las obras e instalaciones**

Queda sometido al Capítulo IV del REAL DECRETO 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. [16]

A la recepción de las obras a su terminación concurrirá un facultativo designado por la Administración representante de esta, el facultativo encargado de la dirección de las obras y el contratista, asistido, si lo estima oportuno, de su facultativo. Si se encuentran las obras en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, el funcionario técnico designado por la Administración contratante y representante de esta las dará por recibidas, levantándose la correspondiente Acta y comenzando entonces el plazo de garantía. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar así en el Acta y el director de las mismas señalará los defectos observados y detallará las instrucciones precisas fijando un plazo para remediar aquellos. Si transcurrido dicho plazo el contratista no lo hubiera efectuado, podrá concedérsele otro nuevo plazo improrrogable o declarar resuelto el contrato.

### **Plazo de garantía**

El plazo de garantía de la instalación será de un año contado a partir de la fecha del acta de recepción, durante el cual la conservará el Contratista.



El Contratista, durante el plazo de garantía, deberá facilitar el personal y materiales necesarios para la reparación de posibles averías o modificar las deficiencias que se observen en la instalación, iniciando los trabajos en un plazo inferior a 24 horas, contadas a partir del momento en que se notifique de ello. El Contratista no será responsable de las averías o deficiencias que se produzcan en la instalación como consecuencia de maniobras equivocadas o negligentes del personal encargado, pero vendrá obligado a su reparación a los precios comprendidos en la Contrata, si en ella figuran los mismos o similares unidades de obra, o aquellas que se estableciesen de común acuerdo entre el Excelentísimo Ayuntamiento y el Contratista.

### **Certificaciones**

El abono de las obras se realizará exclusivamente mediante certificaciones. Esta contendrá solamente elementos de obra totalmente terminados, es decir, partes de las unidades de obra que formen un conjunto homogéneo y no disperso en cuanto a su situación.

La valoración se realizará aplicando los precios descompuestos que figuran en el presupuesto, afectados de un coeficiente reductor, igual a la relación existente entre el precio de adjudicación y el precio base del Presupuesto del Proyecto. Las certificaciones parciales, tendrán siempre el carácter de propuesta de entrega a buena cuenta y en ningún caso supondrán recepción de la parte de obra que afecten.

Una vez recibida la relación de obra ejecutada de parte del Contratista, el Técnico Director dispondrá de un plazo de 15 días para dar conformidad o reparos a la certificación.

### **Revisión de precios**

Los precios incluidos en la oferta del Contratista son firmes y no están sujetos a revisión. En caso de revisión se haría uso de lo expuesto en el Título IV del REAL DECRETO 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. [16]



# CAPÍTULO 4. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

## 4.1 GENERALIDADES

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se establece en las obras e instalaciones del “PROYECTO DE ALUMBRADO. INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS Y DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA CIUDAD DE PARLA”.

El plazo de ejecución de las obras será de TREINTA Y UN (31) DÍAS.

El número de trabajadores en obra será, como máximo de cuatro (2) personas.

La prevención de accidentes y enfermedades profesionales es tarea común de todos y requiere la participación activa por parte de:

- **Los niveles Directivos:** dando su respaldo a las normas y procedimientos de seguridad establecidos, asignando los recursos necesarios para la implantación de las medidas preventivas y, fundamentalmente, comprometiéndose de modo visible en la toma de decisiones en pro de la seguridad e higiene en el trabajo.
- **Los niveles de Supervisión:** ejerciendo su responsabilidad por las condiciones de seguridad e higiene con que se llevan a cabo las actividades bajo su supervisión, para lo cual deberán conocer y cumplir las normas y procedimientos de seguridad aplicables, siendo también responsables de que el personal a su cargo las conozca y las cumpla.
- **Todos los empleados:** desempeñando sus actividades de forma segura, siguiendo los procedimientos de seguridad establecidos y notificando inmediatamente, corrigiéndolas si es posible, todas las condiciones y acciones inseguras detectadas en su área de trabajo.

## 4.2 DESARROLLO DEL PLAN DE SEGURIDAD

Se ha propuesto el siguiente Plan de Seguridad según el REAL DECRETO 1627/1997. [17], por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Este plan se desarrollará siguiendo el siguiente esquema:

- 1) Orden y limpieza.
- 2) Protección personal.
- 3) Herramientas portátiles.
- 4) Protección de máquinas.
- 5) Equipos de izado y transporte de cargas.
- 6) Excavaciones.
- 7) Demolición de estructuras.
- 8) Montaje de estructuras.
- 9) Andamios y escaleras.
- 10) Tráfico de vehículos y peatones.
- 11) Riesgos eléctricos.
- 12) Soldadura y corte.
- 13) Almacenamiento y manejo de materiales.
- 14) Prevención de incendios.

### 4.2.1 Orden y limpieza

El mantenimiento de un alto nivel de orden y limpieza en los lugares de trabajo, es un aspecto clave en la prevención de accidentes y contribuye eficazmente a la motivación y satisfacción en el trabajo. A tal efecto se deberá:

- Mantener los pasillos, escaleras, puertas y otras vías de paso, libres de objetos que obstaculicen el tránsito.
- Depositar los papeles, bolsas y desperdicios en general, en recipientes adecuados para tal finalidad.
- Limpiar los derrames de aceite, grasa y productos químicos en general, tan pronto como se produzcan.
- Guardar las herramientas de trabajo en sitio previsto para tal finalidad.
- Depositar los tablonos, tablas, tubos metálicos y otros elementos usados en andamios y encofrados, fuera de los lugares de paso. Retirar inmediatamente los clavos, remaches, electrodos de soldadura y otros elementos punzantes, para evitar accidentes.
- Almacenar los materiales inflamables en un lugar seguro lejos de fuentes de ignición.
- Disponer los cables eléctricos y mangueras provisionales, fuera de pasillos, escaleras y lugares de paso del personal, siempre que sea posible; se dispondrán áreas a una altura mínima de 2,5 metros.

### 4.2.2 Protección personal

Los medios de protección personal serán de empleo obligatorio siempre que se precise para la realización del trabajo.

#### a) Ropa de trabajo

La ropa de trabajo deberá ser cómoda y ajustada al cuerpo, reduciendo o eliminando los elementos que puedan producir atrapamiento o enganches (cinturones, bocamangas, cordones, bolsillos, etc.). Manga larga y pantalón largo, serán siempre obligatorios.

Cuando la ropa habitual de trabajo no sea suficiente para la protección del trabajador, se utilizarán trajes especiales o complementos.

#### b) Protección de la cabeza

La utilización de casco de seguridad homologado es obligatorio dentro del recinto vallado, salvo en edificios administrativos sociales o asistenciales, mientras en ellos no se lleven a cabo trabajos con riesgo de caída de objetos desde altura. Está prohibida la utilización de cascos metálicos.

#### c) Protección de la cara

Para la protección contra el calor, radiaciones, salpicaduras de líquidos o proyección de partículas, se utilizarán pantallas de protección facial homologadas. Las pantallas podrán estar integradas en el casco de seguridad o ser independientes.

#### d) Protección de la vista

Las gafas de seguridad deberán estar homologadas para el tipo de riesgo involucrado en la actividad a realizar. Tales riesgos pueden ser debidos a: proyección de partículas sólidas, presencia de polvos, humos o nieblas, salpicadura de líquidos, gases irritantes o tóxicos y radiaciones peligrosas. La utilización de gafas de seguridad es obligatoria dentro del recinto vallado salvo edificios administrativos, sociales o asistenciales, mientras en ellos no se lleven a cabo trabajos con los riesgos mencionados previamente.

No se permitirá el uso de gafas normales en lugares con riesgo para la vista siendo necesario el uso de gafas de seguridad graduadas o superpuestas a las normales.

#### e) Protección de los oídos

Cuando el nivel de ruido en el área de trabajo supere los 80 dB será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva homologados. Las áreas en donde se requiere protección auditiva estarán señalizadas.

#### f) Protección de las extremidades inferiores

El uso de calzado de seguridad homologado es obligatorio dentro del recinto vallado y su selección dependerá del tipo de riesgo existente.

- En trabajos con riesgo con riesgo de accidentes mecánicos, será obligatorio el uso de calzado de seguridad con refuerzo metálico en la puntera.
- En los trabajos con productos químicos se usará calzado de seguridad de caucho o neopreno.
- En trabajos con riesgo eléctrico se usará calzado aislante sin ningún elemento metálico.
- En cualquier caso las suelas serán siempre del tipo antideslizante, y cuando las condiciones del trabajo lo requieran (clavos, virutas, cristales, etc.) se usarán plantillas de acero. El personal que desarrolle sus actividades únicamente en el interior de edificios de oficinas, sociales o asistenciales, en los que no se lleven a cabo trabajos que involucren los riesgos mencionados previamente, podrá utilizar calzado normal.

g) Protección de las manos

La selección del tipo de guantes protectores se realizará de acuerdo al riesgo involucrado en la actividad a realizar:

- Para trabajos generales de construcción se usarán guantes homologados. Para la manipulación de materiales filosos o cortantes se utilizarán guantes de cuero reforzados o de malla metálica.
- Para trabajos eléctricos se usarán guantes aislantes de neopreno u otro tipo homologado, adecuado al nivel máximo de tensión eléctrica existente.
- En trabajos de manipulación de sustancias químicas se utilizarán guantes homologados para este uso.
- Para trabajos con riesgo térmico se deberán usar guantes aislantes de calor.
- En algunos casos resulta contraproducente utilizar cualquier tipo de guantes. Así ocurre cuando se trabaja en máquinas que presentan riesgo de atrapamiento.

h) Protección del aparato respiratorio

Los equipos de protección respiratoria deberán usarse en aquellas situaciones en que exista riesgo de presencia de: polvos, humos o nieblas, vapores orgánicos o metálicos, gases tóxicos, irritantes o asfixiantes y atmósferas con deficiencia de oxígeno (menos del 20,5 % de Oxígeno).

En atmósferas con deficiencias de oxígeno, o en recintos confinados en que no pueda asegurarse una adecuada ventilación, así como en presencia de cloro, monóxido de carbono, fosgeno y otras sustancias altamente tóxicas, deberán usarse únicamente equipos respiratorios independientes de la atmósfera presente en el lugar de trabajo (equipos autónomos).

Los equipos respiratorios dependientes (máscara con filtro) se usarán de acuerdo al tipo de sustancia, concentraciones y tiempo de uso, para los que hayan sido homologados.

En ambientes en los que existan concentraciones de gases o vapores inflamables por encima del 10 % del límite inferior de inflamabilidad, no se autorizará la entrada de personal en ningún caso.

Los equipos respiratorios sólo podrán utilizarse por personas adiestradas en su uso y tras pasar el examen médico pertinente.

Para seleccionar el equipo de protección respiratoria adecuado, en función del tipo de atmósfera, se respetarán los criterios reflejados en la tabla 145:

TIPO DE ATMÓSFERA	EQUIPO DE PROTECCIÓN
No deficiente de oxígeno	Mascarilla filtrante cubriendo nariz y boca
Polvos inertes en concentración menor de 10 mg/m <sup>3</sup>	Mascarilla filtrante complementada con protección ocular
Polvos dañinos en concentración menor de 10 mg/m <sup>3</sup> (Excepto asbestos)	Máscara filtrante cubriendo toda la cara
Vapores orgánicos	Máscara con filtro cubriendo nariz y boca complementaria con protección ocular

Tabla 153. Selección del equipo de protección en función de la atmósfera existente

i) Arnés de seguridad

En todo trabajo realizado a más de dos metros de altura con peligro de caída accidental, será obligatorio el uso de arnés de seguridad homologado.

Los arneses de seguridad se revisarán siempre antes de su utilización, siendo rechazados y destruidos cuando tengan cortes, grietas, deshilachados o tras haber sido sometidos a actuación en una caída del usuario.

Se vigilarán de modo especial el lugar de anclaje de la cuerda del arnés, procurando en todo caso que la longitud de la cuerda sea lo más corta posible.

#### 4.2.3 Herramientas portátiles

a) Herramientas de mano

Las herramientas de mano serán las más apropiadas, por sus características y tamaño, a la operación a realizar y no deberán tener defectos ni desgastes. Cuando no estén usándose se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

Se prohíbe dejar las herramientas sueltas en pasillos, escaleras y lugares elevados desde donde puedan caer sobre los trabajadores o entorpecer el paso.



Los supervisores darán instrucciones precisas a sus trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas, al objeto de prevenir accidentes. Las herramientas no deberán utilizarse nunca para fines distintos a los que están destinadas.

b) Herramientas mecánicas portátiles

Las herramientas accionadas por fuerza motriz (eléctrica, neumática, hidráulica, etc.) estarán suficientemente protegidas para evitar que el operario este expuesto a contactos o proyecciones peligrosas.

Las herramientas mecánicas dispondrán de gatillos u otro tipo de accionamiento, de forma que dejen de operar cuando no son presionados por el operario.

Antes de utilizar cualquier herramienta o equipo eléctrico portátil, será inspeccionado y etiquetado por personal especializado. Es responsabilidad de cada usuario verificar que no se utilizan equipos que no han sido inspeccionados y etiquetados previamente.

Cuando se empleen herramientas eléctricas portátiles la tensión de alimentación no será superior a 220 V. con relación a tierra. Para evitar contactos eléctricos por defecto en las partes en tensión, las herramientas portátiles serán del tipo de doble aislamiento. En lugares de trabajo muy conductores la tensión de alimentación no será superior a 24 V AC.

Todas las herramientas se inspeccionarán antes de empezar el trabajo, descartándose las que presenten algún defecto que involucre riesgos para el operador.

#### **4.2.4 Protección de máquinas**

Los motores, turbinas y otros equipos con partes móviles, se emplazarán en locales aislados o en zonas bien delimitadas, prohibiéndose el acceso al personal ajeno al trabajo mediante carteles bien visibles.

Los vástagos, émbolos, engranajes y otros elementos móviles que sean accesibles al operador, estarán aislados convenientemente por interposición de barreras o cubiertas. El engrase de los elementos móviles con la máquina en operación, deberá poder realizarse sin eliminar las cubiertas de protección.

Las máquinas estarán provistas de dispositivos eficaces para asegurar su parada instantánea.

Se protegerán con cubiertas rígidas todos los elementos horizontales de transmisión ubicados a menos de 2,5 metros de altura sobre pisos o plataformas de trabajo. Los elementos de transmisión situados en planos inferiores al puesto de trabajo, estarán protegidos por cubiertas permanentes.

Las partes de las máquinas que representan riesgo de corte, atrapamiento, abrasión o proyección, deberán protegerse con dispositivos adecuados en cada caso, homologados según los reglamentos oficiales vigentes.

#### **4.2.5 Equipas de izado y transporte de máquinas**

##### **a) Equipos de izado**

La máxima carga útil que puede ser izada, deberá estar marcada en el equipo de forma destacada y fácilmente legible.

La elevación y desplazamiento de la carga se hará lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca.

La persona responsable de la operación de izado deberá estar presente durante el desarrollo de la maniobra. El personal involucrado deberá conocer el código de señales para el mando de equipos de izado y transporte.

No se dejarán aparatos de izar con cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de toda persona bajo la vertical de la carga, a lo largo de toda la maniobra.

Todo aparato de izar deberá haber sido detenidamente revisado y ensayado antes de utilizarlo por primera vez en la obra, por parte de personal especializado, consignando el resultado de la revisión y/o las reparaciones efectuadas, en el libro de mantenimiento del equipo. Diariamente el maquinista, antes de iniciar el trabajo, revisará visualmente todos los elementos sometidos a esfuerzo o desgaste. Trimestralmente, al menos, se realizará una revisión a fondo de cables, cadenas, cuerdas, ganchos, poleas y de los controles de mando y sistemas de frenado.

Los ganchos estarán equipados con pestillos de seguridad para evitar que las cargas puedan desprenderse.

El izado de cargas de peso superior a 10 Tm requiere la emisión de un permiso de trabajo.

##### **b) Equipo de transporte**

Diariamente, antes de empezar el trabajo, el conductor deberá comprobar el estado general de vehículo (frenos, ruedas, luces, agua, aceite, combustible y batería).

Se respetarán las reglas de tráfico y señalización existentes en el área de trabajo.

No podrán transportarse personas en vehículos que no hayan sido acondicionados para ello.

El cambiar las baterías deberá hacerse en lugares bien ventilados. En los cuartos de carga de baterías, no se permite fumar.

Al cargar o descargar camiones, éstos deberán permanecer con los frenos activados y con cuñas en las ruedas.

#### **4.2.6 Excavaciones**

Antes de iniciar cualquier excavación de profundidad superior a veinte centímetros, deberán identificarse previamente las instalaciones subterráneas (tuberías, cables, etc.) que puedan ser afectados por la excavación.

La tierra y otros materiales excavados deberán retirarse a una distancia tal del borde de la excavación que no ofrezca riesgos de deslizamiento o derrumbe. La distancia al borde será al menos igual a la profundidad de la excavación.

Las paredes de la excavación deberán presentar un talud suficiente para evitar derrumbes. Donde la calidad del terreno haga impráctico el talud, las paredes deberán entibarse.

Los bordes de toda excavación deberán protegerse mediante barandillas rígidas y señalizarse convenientemente. La señalización nocturna deberá incluir lámparas destellantes de color ámbar. Excavaciones de profundidad menor de 0,5 metros podrán delimitarse utilizando cinta de balizamiento únicamente.

Se proveerán escaleras de acceso para el personal, espaciadas cada quince metros en excavaciones que tengan más de un metro de profundidad.

En excavaciones donde sea factible la acumulación de gases peligrosos, se realizarán pruebas de atmósfera diariamente antes de la entrada del personal. Tales pruebas de atmósfera deberán ser más frecuentes, incluso continuas, cuando las circunstancias así lo determinen.

No se permite usar cilindros de gas en el interior de las excavaciones.

#### **4.2.7 Demolición de estructuras**

Se deberá aislar el área mediante barreras o vallas para mantener alejado al personal ajeno al trabajo, a una distancia no menor de 1,5 veces la altura de la estructura a ser demolida.

No se sobrecargará la estructura permitiendo que se acumulen los escombros al bajar estos de un nivel a otro.

Los materiales de demolición y escombros en general deberán ser retirados y descargados en el vertedero municipal.

#### **4.2.8 Montaje de estructuras**

La construcción de estructuras constituye una actividad de riesgo potencial elevado, dada la cantidad de personal presente en un espacio relativamente reducido. Por ello es imprescindible una adecuada planificación y organización de los trabajos:

- El área de trabajo debe estar bien delimitada y señalizada para impedir el acceso de personas ajenas a la obra.

- La erección de las piezas y componentes estructurales requiere la amplia utilización de equipos de izado y transporte, por lo que deben seguirse las medidas de seguridad mencionadas anteriormente.
- Especial precaución deberá prestarse a la existencia de líneas y equipos eléctricos en tensión.
- Los espacios abiertos en suelos y paredes deberán protegerse convenientemente para evitar caídas de personas y objetos.
- Será obligatorio el uso de arnés de seguridad siempre que exista riesgo de caída desde más de dos metros de altura. Se instalarán líneas estáticas ancladas firmemente a la estructura para el enganche de los arneses de seguridad.
- Escaleras, escalas y plataformas, deberán ser erigidas junto con la estructura, al objeto de proveer un acceso seguro a las áreas de trabajo. Queda totalmente prohibido descolgarse por columnas o soportes transversales.

#### **4.2.9 Andamios y escaleras**

##### **a) Escaleras de mano**

Las escaleras de mano serán metálicas y ofrecerán las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad para el trabajo de que se trate.

Como excepción deberá usarse escaleras de madera cuando exista riesgo de entrar en contacto con campos o circuitos eléctricos. Las escaleras de madera no estarán pintadas, al objeto de que no queden ocultos posibles defectos.

No podrán empalmarse dos o más escaleras simples. Si la escalera es de tipo "tijera" deberá desplegarse totalmente.

Las escaleras se colocarán de manera que la distancia horizontal desde el pie de la escalera al plano vertical de apoyo, sea aproximadamente la cuarta parte de la longitud de la escalera entre pie y apoyos.

Antes de usar una escalera de mano deberá comprobarse que:

- Los peldaños están firmemente ensamblados a los largueros, no basta con que estén clavados únicamente.
- Los pies de la escalera disponen de zapatas o anclajes para impedir su deslizamiento.

Las escaleras de mano simples no podrán salvar más de siete metros de altura. Cuando se requiera un mayor alcance, se utilizarán varias escaleras con plataforma o descansos intermedios.

El ascenso, descenso y la realización de cualquier tipo de trabajo en escaleras de mano, se efectuará siempre de cara a las mismas. No se utilizará una escalera de mano por más de un trabajador a la vez.

Las escaleras estropeadas deben eliminarse de la circulación inmediatamente, marcándolas adecuadamente para que no puedan ser utilizadas.

La escalera deberá colocarse de forma que sobresalga al menos un metro más allá de los puntos superiores de apoyo y estará anclada a la estructura de apoyo.

b) Andamios

Los andamios se construirán con las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad de acuerdo con las cargas fijas o móviles que hayan de soportar. Serán inspeccionados y autorizados, en su caso, por el Departamento de Seguridad antes de empezar el trabajo.

Las plataformas de los andamios, en caso de estar contruidos con tablonos de madera, éstos serán sanos, (dimensiones mínimas de cinco centímetros de espesor y veinte centímetros de ancho), sobresaliendo al menos treinta centímetros de los soportes del andamio y firmemente afianzados entre sí.

Los andamios deberán estar fijados a las paredes o elementos de la estructura, aproximadamente cada nueve metros horizontalmente y seis metros en vertical. Anclajes adicionales pueden ser requeridos en función de la carga a soportar por el andamio.

Las plataformas de los andamios estarán provistas de barandillas, travesaños y rodapiés, independientemente de su altura.

Los elementos constructivos del andamio no deben presentar roturas, golpes, corrosión o piezas sueltas.

La plataforma del andamio, así como las escalas de acceso, deben tener una iluminación adecuada, si van a utilizarse en horas nocturnas.

Solamente se accederá a la plataforma de trabajo del andamio a través de escalas fijas o escaleras, no permitiéndose el acceso a través de las traviesas o tirantes del andamio.

Durante la erección o desmontaje del andamio se usarán arneses de seguridad.

Los andamios y sus elementos asociados no deberán ser modificados en ninguna forma que afecte lo previsto en su diseño inicial.

En las proximidades de equipos o circuitos eléctricos se tomarán las previsiones adecuadas para evitar contactos accidentales con elementos en tensión.

Las patas de soporte de los andamios deben estar apoyadas sobre superficies planas y consistentes que aseguren una verticalidad aplomada. Se usarán tornillos de ajuste con bloqueo para compensar pequeñas diferencias de nivel del terreno.

c) Andamios colgantes:

El aparejo de izado del andamio utilizará cable de acero del calibre adecuado a las cargas fijas o móviles que el andamio vaya a soportar.

Los trabajadores en la plataforma deberán usar arneses de seguridad, unidos a líneas salvavidas independientes que lleguen hasta el suelo.

d) Andamios móviles:

Al desplazar los andamios no deberá haber personal, materiales o equipos, en la plataforma.

Se emplearán dispositivos de bloqueo en las ruedas cuando el andamio este situado en una posición fija.

#### **4.2.10 Tráfico de vehículos y peatones**

El reglamento de circulación está en vigor en todo el emplazamiento.

La velocidad máxima será de 30 Km/h. para vehículos ligeros. Los vehículos pesados (grúas, camiones, remolques, etc.) no deberán superar los 10 Km/h.

Cuando la grúa se desplace de un lugar a otro, los soportes hidráulicos estarán completamente recogidos.

Cuando sea necesario bloquear alguna carretera o vía deberá comunicarse con antelación al Director de Obra.

El aparcamiento de vehículos solo se permitirá en las zonas previstas al efecto.

No se estacionará ningún vehículo a menos de cinco metros de hidrantes, válvulas o equipos de emergencia en general.

Los peatones deberán caminar por el lado izquierdo de la calzada o por los corredores designados al efecto.

Los vehículos sólo podrán transportar el número de pasajeros autorizados.

#### **4.2.11 Riesgos eléctricos**

Los trabajos en equipos o circuitos eléctricos se realizarán únicamente con personal cualificado y previa emisión del correspondiente permiso de trabajo eléctrico. Cualquier desviación a esta regla deberá ser autorizada previamente por escrito por parte del Director de las Obras.

Para la protección de las personas contra contactos eléctricos con partes normalmente en tensión, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Alejamiento por distancia.
- Recubrimiento de partes activas con aislamiento apropiado.

- Interposición de barreras u obstáculos que impidan contactos accidentales.

Para la protección contra contactos con partes normalmente no energizadas, pero que pueden estarlo en caso de defecto, se adoptarán algunas de las medidas siguientes:

- Puesta a tierra de masas.
- Dispositivos de corte automático sensibles a las corrientes de defecto (interruptores diferenciales) o a la tensión de defecto (relés de puesta a tierra).
- Separación del circuito de utilización de la fuente de energía por medio de un transformador de separación de circuitos, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluido el neutro.
- Doble aislamiento de las partes accesibles al operador.
- Utilización de tensiones de seguridad (24 V. AC.)

Los cables eléctricos no presentarán raspaduras ni dobleces, ni se sujetarán con clavos a ganchos metálicos. Se evitará tender los cables por pasillos o vías de paso disponiéndolos siempre que sea posible aéreos a una altura de 2,5 metros.

No se sobrecargarán los enchufes con un número excesivo de conexiones, al objeto de evitar sobrecalentamientos.

#### **4.2.12 Soldadura y corte**

Los trabajos de soldadura deberán estar aislados de otros ambientes de trabajo cercanos, mediante pantallas o lonas ignífugas (las lonas de asbestos están prohibidas).

Se dispondrá extintores portátiles en número y capacidad suficiente, en el mismo lugar del trabajo.

Los cables, mangueras, reguladores y conexiones de los equipos de soldadura, deben inspeccionarse diariamente.

En recintos cerrados deberá proveerse una adecuada ventilación de los humos y vapores generados.

Se usarán los equipos de protección personal necesarios.

##### **a) Soldadura autógena y oxicorte**

Los cilindros no podrán rodarse ni arrastrarse sobre el suelo, para moverlos se utilizarán carritos porta-cilindros. Cuando se requiera su izado se utilizarán cestas apropiadas. Cuando no se utilicen, los cilindros deberán tener la válvula cerrada y protegida por capuchón.

Los cilindros de oxígeno y gas no deben introducirse en recipientes, excavaciones o espacios confinados en general. Se mantendrán lejos de fuentes de calor o llama y convenientemente fijados para que no se desplacen.

Dispondrán de válvulas antirretorno en la salida del cilindro y antes del soplete.



Los cilindros de oxígeno deben almacenarse separados de los cilindros de gas por un panel resistente al fuego, o a una distancia mínima de cuatro metros.

b) Soldadura eléctrica

El cable de tierra deberá conectarse lo más cerca posible a la pieza que se trabaja, mediante una pinza o abrazadera.

Los generadores diésel deberán pararse cuando no se estén utilizando. La operación de reabastecimiento de combustible se realizará con el motor parado.

Los porta-electrodos calientes no deben sumergirse en agua (riesgo de electrocución). Los electrodos usados deben guardarse en un cubo u otro contenedor adecuado.

Los cables que tengan defectos en aislamiento, deberán sustituirse o repararse inmediatamente.

El soldador no deberá usar anillos ni pulseras metálicas durante su trabajo.

Los electrodos usados y varillas de soldadura se dispondrán en un recipiente adecuado para este fin. No se dejarán restos de electrodos en el suelo en ningún momento.

#### **4.2.13 Almacenamiento y manejo de materiales**

Los materiales almacenados se deben separar por clases y tamaño, evitando combinar en un mismo lugar materiales incompatibles.

No se apilarán materiales obstruyendo pasillos, vías de paso, equipos contra incendios o salidas de emergencia.

El levantamiento de cargas a mano debe hacerse apoyando ambos pies firmemente y algo separados, con las rodillas dobladas y espalda recta, e izar la carga enderezando gradualmente las piernas. Se evitará izar a mano, cargas excesivamente pesadas para el trabajador.

#### **4.2.14 Prevención de incendios**

Los líquidos inflamables deberán guardarse en recipientes de seguridad.

La instalación eléctrica no debe presentar fallos de aislamiento o sobrecargas.

Los desperdicios sólidos (papel, trapos, cartón, estopas, etc.) deben guardarse en recipientes alejados de fuentes de calor o llama abierta.

Los trabajos de soldadura y corte deben aislarse para que las escorias o chispas no ocasionen incendios.

La ropa o trapos manchados de aceite, grasa, pintura o disolventes no deben guardarse en armarios cerrados sino al aire libre.

Se prohíbe el uso de gasolina u otros líquidos inflamables, para limpieza de manos, ropa, herramientas o equipos.



Está prohibido fumar salvo en las áreas delimitadas al efecto.

En los puestos de trabajo se dispondrá del número suficiente de extintores, de capacidad y tipo adecuados, para la extinción de incendios.

Todo el personal deberá estar adiestrado en el uso de extintores portátiles. En el caso de utilización de éstos, deberá comunicarse inmediatamente al Director de las Obras.

No se usará agua en la red contra incendios para fines distintos del combate de incendios.

El acceso de los equipos contra incendios debe mantenerse siempre libre de obstáculos.



# CAPÍTULO 5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

---

## 5.1 INTRODUCCIÓN

En los siguientes apartados se desglosarán los diferentes costes de cada uno de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto aquí expuesto, así como los cálculos de la amortización de la nueva instalación.

Para los precios de los materiales se ha hecho uso de los presupuestos proporcionados por la empresa Artelec S.L. y de la herramienta de software ARQUÍMEDES® para el cálculo de la mano de obra y tiempos de ejecución necesarios.

## 5.2 CUADRO DE MATERIALES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
DSN33040800	Luminaria modelo “Disano Rolle T1 14X540” (incluye equipo y lámpara instalada).	67	588	39.396
DSN33040500	Luminaria modelo “Disano Rolle T1 14X810” (incluye equipo y lámpara instalada).	3	588	1.764
DSN33041500	Luminaria modelo “Disano Rolle T2 14X810” (incluye equipo y lámpara instalada).	28	588	16.464
DSN33041400	Luminaria modelo “Disano Rolle T2 10X810” o similar (incluye equipo y lámpara instalada).	11	588	6.468
DSN33044800	Luminaria modelo “Disano Rolle T5 14X594” (incluye equipo y lámpara instalada).	10	588	5.880
DSN33044500	Luminaria modelo “Disano Rolle T5 14X810” (incluye equipo y lámpara instalada).	50	588	29.400
DSN33043500	Luminaria modelo “Disano Rolle T4 14X810” (incluye equipo y lámpara instalada).	29	588	17.052
DSN33043200	Luminaria modelo “Disano Rolle T2 14X980” (incluye equipo y lámpara instalada).	8	588	4.704
DSN32711100	Luminaria modelo “Disano Sforza LED 3225 48X213” (incluye equipo y lámpara instalada).	42	969	40.698
<b>TOTAL (BRUTO)</b>		<b>248</b>		<b>161.826</b>
<b>TOTAL (IVA 21%)</b>			<b>195.809,46 €</b>	



## 5.3 CUADRO DE MAQUINARIA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
MAQ-01	Camión con cesta elevadora de brazo articulado de 16 m de altura máxima de trabajo y 260 kg de carga máxima	148,8	17,55	2.611,44
TOTAL			2.611,44 €	



## 5.4 CUADRO DE MANO DE OBRA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	TOTAL (€)
MO-01	Oficial 1ª electricista	198,4	18,46	3.662,46
MO-02	Ayudante electricista	198,4	16,67	3.307,33
TOTAL			6.669,79 €	



## 5.5 JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Luminaria modelo “Disano Rolle T1” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 57,5 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN33040800	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T1 14X540	588 €	588 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12.53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
	Precio Total por Unidad			658,35 €
Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos				

Luminaria modelo “Disano Rolle T1” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN33040500	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T1 14X810	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
	Precio Total por Unidad			658,35 €
Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos				

Luminaria modelo “Disano Rolle T2” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN33041500	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T2 14X810	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
	Precio Total por Unidad			658,35 €
Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos				

Luminaria modelo “Disano Rolle T2” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 64 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN33041400	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T2 10X810	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
	Precio Total por Unidad			658,35 €
Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos				

Luminaria modelo “Disano Rolle T5” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 59 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN33044800	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T5 14X594	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
	Precio Total por Unidad			658,35 €
Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos				

<b>Luminaria modelo “Disano Rolle T5” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
DSN33044500	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T5 14X810	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
<b>Precio Total por Unidad</b>				<b>658,35 €</b>
<b>Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos</b>				

<b>Luminaria modelo “Disano Rolle T4” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
DSN33043500	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T4 14X810	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
<b>Precio Total por Unidad</b>				<b>658,35 €</b>
<b>Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos</b>				

<b>Luminaria modelo “Disano Rolle T4” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 117 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada</b>				
<b>CÓDIGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
DSN33043200	1 Ud.	Luminaria Disano Rolle T4 14X980	711,48 €	711,48 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	626,64 €	12,53 €
	3%	Costes indirectos	639,17 €	19,18 €
<b>Precio Total por Unidad</b>				<b>658,35 €</b>
<b>Son seiscientos cincuenta y ocho euros con treinta y cinco céntimos</b>				

Luminaria modelo “Sforza LED 3225” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 38,9 W incluyendo equipo y lámpara instalada. Totalmente montada e instalada				
CÓDIGO	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
DSN32711100	1 Ud.	Luminaria Disano Sforza LED 3225 48X213	969 €	969 €
MO-01	0,8 h	Oficial 1ª electricista	18,46 €	14,77 €
MO-02	0,8 h	Ayudante electricista	16,67 €	13,34 €
MAQ-01	0,6 h	Camión grúa	17,55 €	10,53 €
	2%	Medios auxiliares	1.007,64 €	20,15 €
	3%	Costes indirectos	1.027,79 €	30,83 €
	Precio Total por Unidad			1058,62 €
Son mil cincuenta y ocho euros con sesenta y dos céntimos				

## 5.6 MEDICIONES Y PRESUPUESTO PARCIAL

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
1	Luminaria modelo “Disano Rolle T1” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 57,5 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Londres	18	658,35	11.850,3
	c/ Berlín	34	658,35	22.383,9
	c/ Atenas	17	658,35	11.191,95
	TOTAL	67		44.109,45
2	Luminaria modelo “Disano Rolle T1” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Roma	3	658,35	1.975,05
	TOTAL	3		1.975,05
3	Luminaria modelo “Disano Rolle T2” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Lisboa	8	658,35	5.266,8
	c/ Roma	5	658,35	3.291,75
	Avda/ Comunidades de Europa	15	658,35	9.875,25
	TOTAL	28		18.433,8
4	Luminaria modelo “Disano Rolle T2” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 64 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Bruselas	11	658,35	7.241,85
	TOTAL	11		7.241,85

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
5	Luminaria modelo “Disano Rolle T5” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 59 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Ámsterdam	8	658,35	5.266,8
	c/ Paris	2	658,35	1.316,7
	<b>TOTAL</b>	<b>10</b>		<b>6.583,5</b>
6	Luminaria modelo “Disano Rolle T5” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	Avda./ Cerro del Rubal	50	658,35	32.917,5
	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>		<b>32.917,5</b>
7	Luminaria modelo “Disano Rolle T4” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 89 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	Glorieta colindante calle Pinto	8	658,35	5.266,8
	Glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal	5	658,35	3.291,75
	Glorietas adyacentes avda. Comunidades de Europa	16	658,35	10.533,6
	<b>TOTAL</b>	<b>29</b>		<b>10.533,6</b>
8	Luminaria modelo “Disano Rolle T4” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 117 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	Glorieta avda. Cerro del Rubal	8	658,35	5.266,8
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>		<b>5.266,8</b>

NÚMERO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
9	Luminaria modelo “Disano Sforza LED 3225” o similar compuesta por cuerpo de aluminio inyectado a presión. Grados de protección IP66 IK09 y potencia instalada de 38,9 W incluye equipo y lámpara instalada.			
	c/ Pinto	42	1058,62	44.462,04
	TOTAL	42		44.462,04
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL.....180.082,14 €</b>				
<b>Son ciento ochenta mil ochenta y dos euros con catorce céntimos</b>				

## 5.7 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

CONCEPTO	IMPORTE
Presupuesto de Ejecución Material	180.082,14 €
14 % de Gastos Generales	25.211,50 €
6 % de Beneficio Industrial	10.804,93 €
SUMA	216.098,57 €
21% IVA	45.380,70 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata	261.479,27 €

Por tanto, para este Trabajo Fin de Grado consistente en la mejora de la eficiencia energética y el alumbrado en la ciudad madrileña de Parla, el importe asciende a **DOSCIENTOS SESENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE CON VEINTISIETE CÉNTIMOS.**



## 5.8 CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN

### 5.8.1 Reducción de potencia

Tal como podemos observar en la tabla 154, gracias a la sustitución de las actuales lámparas de halogenuros metálicos por tecnología LED obtenemos el siguiente ahorro:

Instalación actual				Instalación propuesta			
Tipo	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Tipo	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
HM <sup>5</sup>	58	150	8.700	LED	8	117	936
HM	148	99	14.652	LED	110	89	9.790
HM	42	67	2.814	LED	11	64	704
				LED	77	59	4.543
				LED	42	38,9	1.633,8
<b>TOTAL</b>			<b>26.166</b>	<b>TOTAL</b>			<b>17.606,8</b>

Tabla 154. Comparación potencia instalación actual/propuesta

Para realizar el cálculo de la potencia anual instalada se ha considerado un periodo de funcionamiento de 4.208 h/año, según la Tabla de ortos y ocasos de [18]. Por tanto:

#### *Instalación actual*

$$26.166 \text{ W} \cdot 4.208 \text{ h/año} \approx 110.106,53 \text{ kWh/año}$$

#### *Instalación propuesta*

$$17.606,8 \text{ W} \cdot 4.208 \text{ h/año} \approx 74.089,41 \text{ kWh/año}$$

Lo que nos da un ahorro de aproximadamente 36.000 kWh anuales o lo que es lo mismo, obtenemos un ahorro de la potencia instalada del 32,71% que, teniendo en cuenta que la instalación actual data de 2013, se puede considerar como notable.

### 5.8.2 Reducción emisiones CO<sub>2</sub>

También se ha podido cuantificar la cantidad de CO<sub>2</sub> que dejamos de emitir a la atmósfera gracias al ahorro energético que conseguimos. Para ello las emisiones de CO<sub>2</sub> se han obtenido considerando el promedio europeo equivalente a 0,46 kg de CO<sub>2</sub>/kWh:

#### *Instalación actual*

$$110.106,53 \text{ kwh/año} \cdot 0,46 \text{ kg/kWh} \approx 50,65 \text{ tm de CO}_2$$

#### *Instalación propuesta*

$$74.089,41 \text{ kWh/año} \cdot 0,46 \text{ kg/kWh} \approx 34,08 \text{ tm de CO}_2$$

#### *Reducción de emisiones*

$$50,65 - 34,08 = 16,57 \text{ tm de CO}_2 \text{ menos a la atmósfera}$$

<sup>5</sup> HM se refiere a luminarias con lámparas de halogenuros metálicos

### 5.8.3 Ahorro económico del consumo eléctrico anual

Para no complicar ni extendernos en los cálculos, si hacemos una aproximación de los costes del kWh anuales y damos a estos un valor estimado de 0,15 €/kWh tendríamos los siguientes resultados:

#### *Instalación actual*

$$110.106,53 \text{ kwh/año} \cdot 0,15 \text{ €/kWh} \approx 16.515,98 \text{ €}$$

#### *Instalación futura*

$$74.089,41 \text{ kWh/año} \cdot 0,15 \text{ €/kWh} \approx 11.113,41 \text{ €}$$

Por tanto, tenemos un ahorro de 5.402,57 € anuales solo en lo que a términos de energía se refiere gracias al cambio de las luminarias.

### 5.8.4 Amortización de la inversión y estudio de la rentabilidad

Lo primero que se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el período de amortización de la propuesta de instalación es incluir el ahorro proveniente de la sustitución de las lámparas ya que una de las ventajas de la tecnología LED es que su durabilidad es muy superior a la de cualquier otro tipo de lámpara.

Para este cálculo se ha hecho uso del cálculo del costo anualizado total [19] ya que un proyecto de iluminación no sólo requiere de una inversión inicial, sino que también requiere realizar las inversiones necesarias para reponer aquellos elementos susceptibles a sustituciones debido a su vida útil menor.

Para ello, se han incluido estos costes como mano de obra en el Anexo III de este proyecto. El costo anualizado total (CAT) es la suma del valor de las inversiones necesarias y de los costos de operación y mantenimiento de la instalación. Para el cálculo anual de los costes de estas operaciones se hará uso de la fórmula (19):

$$\text{CAT} = C \cdot \text{FRC} + \text{PE} \cdot \text{EC} \quad (19)$$

Donde:

- **C** son los costes de inversión de la lámpara.
- **FRC** es el factor de recuperación de capital.
- **PE** es el precio de la energía absorbida por la lámpara.
- **EC** es la energía absorbida por la lámpara.

A su vez FRC es una incógnita que se resuelve:

$$FRC = \left[ \frac{i \cdot (1+i)^N}{(1+i)^N - 1} \right] \quad (20)$$

Donde:

- **i** es la tasa de descuento.
- **N** la vida útil de la lámpara en años, estimando una media de 4280 horas de funcionamiento anuales, en el caso de la lámpara de LED sale una vida útil de 11,68 años y en el caso de las lámparas de vapor de sodio a alta presión hay que sustituir las lámparas cada 3,74 años.

Una vez realizados los pertinentes cálculos nos salen los siguientes resultados:

Instalación actual				Instalación propuesta			
Precio/ud	Vida útil (años)	Coste anualizado/ud (€)	Coste total (€)	Precio/ud	Vida útil (años)	Coste anualizado/ud (€)	Coste total (€)
60 €	3,73	36	8.889	120 €	11,68	29	7.073

Tabla 155. Comparación coste anualizado total

Por lo que cuantificamos un ahorro extra de 1816 € anuales gracias al empleo de unas lámparas con una vida útil muy superior.

Para el cálculo de la rentabilidad, podemos emplear tres indicadores: el periodo simple de repago y el valor neto actual.

### Periodo simple de repago (PSR)

Es una forma muy común de evaluar nuestra inversión cuantificando el tiempo que se tardará en recuperar la inversión inicial. El PSR es la relación entre la inversión inicial y el ahorro en el primer año y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$PSR = \frac{CI}{\Delta O\&M} \quad (21)$$

Donde:

- **CI** son los costes de inversión en el proyecto.
- **ΔO&M** es el beneficio neto obtenido anualmente.

El beneficio neto anual se calcula mediante esta ecuación:

$$\Delta O\&M = (EC - EE) \cdot PE + (DC - DE) \cdot PP + (CMC - CME) \quad (22)$$

Donde:

- **EC** es el consumo anual de energía de la tecnología convencional [kWh/año].
- **EE** es el consumo anual de energía de la tecnología eficiente [kWh/año].
- **PE** es el precio de la energía [€/kWh].
- **DC** es la potencia instalada en la instalación convencional [kW].
- **DE** es la potencia instalada en la instalación eficiente [kW].
- **PP** es el precio de la potencia contratada [€/kW·año].
- **CMC** es el coste de mantenimiento de la tecnología convencional [€/año].
- **CME** es el coste de mantenimiento de la tecnología eficiente [€/año].

Por tanto, tras realizar los cálculos pertinentes<sup>6</sup>, se ha obtenido un resultado final de **período simple de repago en 34,75 años**. El problema del PSR es que no tiene en cuenta el valor futuro del dinero, por tanto se hará uso del cálculo del VAN.

### VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Para el cálculo del VAN se consideran los flujos de caja de las inversiones como negativos (presupuesto) y los correspondientes a los ahorros ( $\Delta O\&M$ ) como positivos. El cálculo del VAN se realiza mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \Delta I + \sum_{n=1}^N \frac{\Delta O\&M}{(1+i)^n} \quad (23)$$

Para el cálculo del VAN se ha tenido en cuenta una tasa de descuento del 7,5% ya que en España esta tasa se encuentra entre el 5 y el 10 %. Una vez realizado el estudio incluido en las tablas del Anexo III, nos sale siempre un VAN negativo, que nos indicaría que no se debería realizar la inversión si solo se tienen en cuenta los motivos económicos. Esto se debe a dos causas:

- Esta instalación se ha realizado con algunas de las luminarias más caras del mercado ya que han sido los únicos catálogos que se han tenido a disposición a la hora de realizar los presupuestos.
- La instalación actual no cumple con algunos de los requisitos fotométricos y es una instalación realizada hace escasamente un año, lo que no permite un margen de mejora tan grande como en otros proyectos de mejora del alumbrado público. En caso de que se hubiesen sustituido las lámparas de la instalación primigenia por las propuestas, el ahorro anual se hubiese establecido en 19.000 € lo que nos hubiese permitido un retorno de la inversión en unos 14 años para estas luminarias.

---

<sup>6</sup> Para más detalle, acudir al Anexo III.

Además, hay que añadir que los cálculos aquí expuestos son una aproximación ya que no se han tenido en cuenta las posibles subidas en el precio del kWh ni el ahorro de costes en mantenimiento, dos factores con los cuales el ahorro anual sería superior y, por tanto, el retorno de la inversión se conseguiría con mayor antelación.

Por tanto, este proyecto sería viable económicamente si se realizase una inversión en unas luminarias más económicas. Pero no solo hay que estudiar el sentido económico. Medioambientalmente, este proyecto favorece el cuidado del ecosistema al haber usado luminarias que favorecen la relación con el entorno y que emiten mucha menor cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.



# CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

---

Tras haber finalizado el Trabajo aquí expuesto, se quiere incidir en el carácter didáctico y técnico del mismo puesto que, por una parte, contiene información básica que permite la comprensión del mismo a cualquiera de sus lectores y además, se ha realizado de tal manera que se cumplan todas las normativas vigentes necesarias para la ejecución de lo detallado en él.

Tal como se ha indicado al comienzo de la memoria, el presente proyecto ha servido como una muestra de los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica por la Universidad Carlos III de Madrid.

Por tanto, del Proyecto de Alumbrado. Instalaciones Eléctricas, cálculos luminotécnicos y de la eficiencia energética en la ciudad de Parla se han de sacar las siguientes conclusiones:

- Se ha realizado una auditoría del alumbrado público del polígono industrial Ciudad de Parla, así como de las vías paralelas a éste, incluyendo en ella las diferentes instalaciones de iluminación que se han realizado.
- Se ha tenido presente y se ha cumplido en todo momento la normativa vigente lo que hace de este proyecto un estudio real y factible a la hora de su ejecución.
- Se ha conseguido una excelente eficiencia energética en la zona de estudio, gracias al empleo de la tecnología LED en todos los puntos de luz de la instalación.
- Se han mejorado las condiciones lumínicas de las vías, puesto que en la instalación actual no se habían tenido en cuenta ciertos parámetros luminotécnicos necesarios para el buen desempeño de la instalación.
- Se ha mejorado la calidad de la luz al mejorar los índices de reproducción cromática gracias al uso de tecnología LED y se ha demostrado la viabilidad de esta tecnología en instalaciones actuales.
- Se ha demostrado que un software gratuito como DIALUX® permite la elaboración de proyectos de cierta envergadura.
- Se han dado las instrucciones necesarias para llevar a cabo este proyecto de la manera más segura y eficiente posible.
- Se ha elaborado un presupuesto detallado de la propuesta de mejora, y se han obtenido numerosas conclusiones acerca de él puesto que se trata de un Trabajo Fin de Grado y el objetivo principal es didáctico ante todo. Se puede observar la amortización de la instalación para la sustitución de dos tipos de tecnologías diferentes así como la viabilidad o no en función de la luminaria escogida.



# BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2008). *Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07*. BOE, 279, pp. 45988-46057.
- [2] Unidad de Planeación Minero Energética. (2007). Alumbrado público exterior. En: *Guía didáctica para el buen uso de la energía* [en línea]. Poligrama. [Consulta: 10-11-2014]. ISBN: 978-958-8363-01-1. Disponible en: [http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\\_Publico.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Publico.pdf)
- [3] Pulla Galindo, G.S. Sistemas de alumbrado público. En: *Evaluación energética del alumbrado público en la ciudad de Cuenca* [en línea]. Cuenca- Ecuador: Universidad de Cuenca, 2013, pp. 20-38 [consulta: 15-11-2014]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3695/1/TESIS.pdf>
- [4] Conejo, A.J., y otros. Instalaciones de iluminación. En: *Instalaciones Eléctricas*. Madrid: McGraw Hill, 2007, pp. 285-325. ISBN: 978-84-481-5639-8.
- [5] Roger Folch, J., Riera Guasp, M. y Roldán Porta, C. Instalaciones de alumbrado. En: *Tecnología eléctrica*, 2ª ed.. Madrid: Ed. Síntesis, 2002, pp. 257-298. ISBN: 84-7738-767-2.
- [6] *Lámparas y sus componentes*. Universidad tecnológica nacional. [Consulta 2-12-2014]. Disponible en: [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art\\_Interes/LampComp.pdf](http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/InstalacionesIndustriales/Art_Interes/LampComp.pdf)
- [7] *Luminotecnia*. Universidad de Alicante, [consulta 2-12-2014]. Disponible en: [http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16160/1/Tema\\_3\\_EV.pdf](http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/16160/1/Tema_3_EV.pdf)
- [8] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Comité español de iluminación. *Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior* [en línea], 2014, rev.1 [14-01-2014]. [Consulta 10-01-2015]. Disponible en: [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_Requerimientos\\_LED\\_rev1\\_2014\\_41154420.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Requerimientos_LED_rev1_2014_41154420.pdf)

- [9] Enríquez, Santiago. *Estudio del impacto ambiental de fuentes de luz durante: su producción, tiempo de vida y desecho* [en línea]. Roset, Jaume (dir. Tes.). Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2012, pp. 9-51. [Consulta: 10-01-2015]. Disponible en:  
[https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/20716/1/SantiagoEnriquez\\_TFM.pdf](https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/20716/1/SantiagoEnriquez_TFM.pdf)
- [10] Chamorro Posada, Pedro y otros. *Fundamentos de la Tecnología OLED* [en línea]. Valladolid: Universidad de Valladolid, 2015. Plaza de la Universidad, 2, Mata Digital, SL. 3-03-2015, pp. 1-79. [Consulta: 16-03-2015]. ISBN: 978-84-936644-0-4. Disponible en:  
[http://www.researchgate.net/publication/232703082\\_Fundamentos\\_de\\_la\\_Tecnologia\\_OLED](http://www.researchgate.net/publication/232703082_Fundamentos_de_la_Tecnologia_OLED)
- [11] España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2004). Guía Técnica de Aplicación a Instalaciones de Alumbrado Exterior BT-09. En: *Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión*. [Consulta: 13-02-2015]. Disponible en:  
[http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/guias/guia\\_bt\\_09\\_sep04R1.pdf](http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/rbt/guias/guia_bt_09_sep04R1.pdf)
- [12] García Fernández, Javier, y otros. *Cálculo de instalaciones de alumbrado* [en línea]. [Consulta: 20-03-2015]. Disponible en:  
<http://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterior/calculos.html>
- [13] García Gil, Manuel. *Curso de iluminación* [en línea]. Barcelona: Grupo de Estudios Luminotécnicos (UPC). Avda. Diagonal, 647, Planta 10, Despacho 10.46. [Consulta: 16-03-2015]. Disponible en:  
<http://grlum.dpe.upc.edu/manual/index.php>
- [14] España. Iberdrola. (2000). *Norma Iberdrola NI 52.95.01. Placas de plástico, sin halógenos, para protección de cables enterrados en zanjas para redes subterráneas* [en línea]. Edición 3ª. [Consulta: 12-04-2015]. Disponible en:  
<http://www.ingenierosenergia.com/normativa/NI%2052-95-01.pdf>
- [15] España. Iberdrola. (2003). *Norma Iberdrola NI 29.00.01. Edición 2ª. Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos* [en línea]. Edición 2ª. [Consulta: 12-04-2015]. Disponible en:  
<http://www.ingenierosenergia.com/normativa/NI%2029-00-01.pdf>
- [16] España. Ministerio de Hacienda. (2001). *REAL DECRETO 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*. BOE, 257, pp. 39252-39371.



- [17] España. Ministerio de la Presidencia. (1997). *REAL DECRETO 1627/1997. de 24 de octubre. por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción*. BOE, 256, pp. 30875-30886.
  
- [18] España. Ministerio de Fomento. (2014). *HORA OFICIAL DE LAS SALIDAS Y PUESTAS DEL SOL EN LAS CAPITALES DE PROVINCIA EN 2014*. Madrid. [en línea]. [Consulta: 23-05-2015]. Disponible en:  
<http://www.fomento.gob.es/salidapuestasol/2014/Madrid-2014.txt>
  
- [19] Argentina. *Análisis económico de la iluminación eficiente*. Universidad nacional de Tucumán, [en línea]. [consulta 25-05-2015]. Disponible en:  
<http://www1.herrera.unt.edu.ar/faceyt/dllyv/files/2011/05/cap13.pdf>

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación Parla .....	8
Figura 2. Situación zona de estudio.....	8
Figura 3. Zona de estudio .....	8
Figura 4. Modelo calificación energética .....	14
Figura 5. Componentes de una luminaria.....	25
Figura 6. Partes lámpara de incandescencia .....	27
Figura 7. Lámpara de vapor de mercurio de baja presión (Fluorescente) [7] .....	28
Figura 8. Esquema conexión lámpara de vapor de mercurio .....	29
Figura 9. Componentes lámpara de vapor de mercurio a alta presión .....	30
Figura 10. Esquema lámpara vapor de sodio a baja presión .....	32
Figura 11. Esquema Lámpara vapor de sodio a alta presión .....	33
Figura 12. Combinación colores RGB .....	34
Figura 13. LED RGB.....	34
Figura 14. LED azul (UV) con fósforos .....	35
Figura 15. Esquema lámpara LED .....	35
Figura 16. Esquema lámpara OLED .....	37
Figura 17. Disano Rolle.....	43
Figura 18. Distribuciones luminosas y curvas fotométricas Rolle T1, T2 Y T3 .....	44
Figura 19. Distribuciones luminosas y curvas fotométricas Rolle T4 y T5 .....	45
Figura 20. Luminaria Disano Sforza LED .....	45
Figura 21. Curva fotométrica Sforza Led con lente elíptica.....	46
Figura 22. Disposición bilateral tresbolillo .....	49
Figura 23. Disposición unilateral .....	49
Figura 24. Disposición bilateral pareada .....	49
Figura 25. Disposición axial.....	49
Figura 26. Método de los lúmenes.....	52
Figura 27. Distribución de puntos en disposición unilateral .....	53
Figura 28. Tramo calzada método nueve puntos .....	53
Figura 29. Esquema cálculo de la luminancia .....	54
Figura 30. Calle Londres .....	56
Figura 31. Dimensiones calle Londres .....	56
Figura 32. Disposición de la luminaria.....	57
Figura 33. Calle París .....	58
Figura 34. Dimensiones calle París tramo entrada .....	59
Figura 35. Dimensiones calle París tramo Sforza.....	59
Figura 36. Calle Berlín .....	62
Figura 37. Calle Roma.....	62
Figura 38. Dimensiones calle Roma tramo 1 y 2 .....	63
Figura 39. Calle Lisboa .....	65
Figura 40. Dimensiones calle Lisboa .....	66
Figura 41. Calle Bruselas .....	68

Figura 42. Dimensiones calle Bruselas.....	68
Figura 43. Calle Ámsterdam.....	70
Figura 44. Calle Ámsterdam.....	70
Figura 45. Calle Atenas .....	72
Figura 46. Dimensiones calle Atenas .....	72
Figura 47. Avenida Cerro del Rubal.....	74
Figura 48. Dimensiones avenida Cerro del Rubal .....	74
Figura 49. Avenida Comunidades de Europa.....	76
Figura 50. Dimensiones avenida Comunidades de Europa .....	77
Figura 51. Calle Pinto .....	79
Figura 52. Dimensiones calle Pinto tramo normal .....	79
Figura 53. Calle Pinto tramo especial.....	80
Figura 54. Rotonda avenida Cerro del Rubal .....	82
Figura 55. Glorieta avenida Cerro del Rubal.....	83
Figura 56. Glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	84
Figura 57. Glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	84
Figura 58. Glorieta avenida comunidades de Europa.....	86
Figura 59. Dimensiones glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	86
Figura 60. Glorieta colindante calle Pinto .....	88
Figura 61. Glorieta colindante calle Pinto .....	88

# ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional .....	12
Tabla 2. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental .....	12
Tabla 3. Valores de eficiencia energética de referencia .....	13
Tabla 4. Calificación energética de una instalación de alumbrado .....	13
Tabla 5. Clasificación de las vías en función de la velocidad .....	15
Tabla 6. Clasificación vías tipo B.....	16
Tabla 7. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B .....	16
Tabla 8. Clasificación de las vías en función de la velocidad .....	17
Tabla 9. Clasificación vías tipo B.....	17
Tabla 10. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B .....	18
Tabla 11. Clasificación de las vías en función de la velocidad .....	18
Tabla 12. Clases de alumbrado para vías de tipo C y D .....	19
Tabla 13. Clases de alumbrado para viales tipo D y E .....	19
Tabla 14. Clasificación de las vías en función de la velocidad .....	20
Tabla 15. Clasificación vías tipo B.....	20
Tabla 16. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B .....	20
Tabla 17. Clases de alumbrado para viales tipo D y E .....	21
Tabla 18. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B .....	21
Tabla 19. Clases de alumbrado para viales secos tipo A y B .....	22
Tabla 20. Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa .....	23
Tabla 21. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado .....	23
Tabla 22. Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior.....	24
Tabla 23. Valores normalizados .....	26
Tabla 24. Características lámpara de incandescencia convencional .....	27
Tabla 25. Características lámpara de incandescencia halógena. ....	28
Tabla 26. Características lámpara de vapor de mercurio a baja presión .....	29
Tabla 27. Características lámpara de vapor de mercurio a alta presión convencional ...	31
Tabla 28. Características lámpara de luz mezcla.....	31
Tabla 29. Lámpara de halogenuros metálicos .....	31
Tabla 30. Características lámpara de vapor de sodio a baja presión .....	32
Tabla 31. Características lámpara de vapor de sodio a alta presión .....	34
Tabla 32. Características lámpara LED.....	36
Tabla 33. Características luminaria Rolle.....	44
Tabla 34. Características luminaria Sforza LED .....	46
Tabla 35. Relación entre distribución y altura de montaje .....	49
Tabla 36. Clases G de intensidad luminosa de luminarias .....	50
Tabla 37. Clases D de índice de deslumbramiento.....	51
Tabla 38. Deslumbramiento para instalaciones de alumbrado ambiental .....	51

Tabla 39. Perfil de la calle Londres .....	56
Tabla 40. Disposición luminarias calle Londres .....	57
Tabla 41. Resultados calzada calle Londres .....	57
Tabla 42. Resultados acera 1 calle Londres .....	58
Tabla 43. Resultados acera 2 calle Londres .....	58
Tabla 44. Perfil calle París tramo entrada.....	59
Tabla 45. Distribución luminosa calle París tramo entrada.....	59
Tabla 46. Perfil calle París tramo Sforza.....	60
Tabla 47. Distribución luminosa calle París tramo Sforza .....	60
Tabla 48. Resultados calzada calle París tramo entrada.....	60
Tabla 49. Resultados acera calle París tramo entrada .....	61
Tabla 50. Resultados carril de estacionamiento calle París tramo entrada.....	61
Tabla 51. Resultados calzada calle París tramo Sforza .....	61
Tabla 52. Resultados aceras calle París tramo Sforza .....	61
Tabla 53. Resultados calzada especial calle París tramo Sforza .....	61
Tabla 54. Perfil calle Roma .....	63
Tabla 55. Disposición luminarias calle Roma Tramo 1 .....	63
Tabla 56. Disposición luminarias calle Roma Tramo 2 .....	63
Tabla 57. Resultados calzada calle Roma tramo 1 .....	64
Tabla 58. Resultados acera 1 calle Roma tramo 1.....	64
Tabla 59. Resultados acera 2 calle Roma tramo 2.....	64
Tabla 60. Resultados calzada calle Roma tramo 2 .....	64
Tabla 61. Resultados acera 1 calle Roma tramo 1.....	65
Tabla 62. Resultados acera 2 calle Roma tramo “ .....	65
Tabla 63. Perfil calle Lisboa.....	66
Tabla 64. Disposición luminarias calle Lisboa.....	66
Tabla 65. Resultados calzada calle Lisboa .....	67
Tabla 66. Resultados acera 1 calle Lisboa.....	67
Tabla 67. Resultados acera 2 calle Lisboa.....	67
Tabla 68. Perfil calle Bruselas.....	68
Tabla 69. Distribución luminarias calle Bruselas.....	69
Tabla 70. Resultados calzada calle Bruselas .....	69
Tabla 71. Resultados acera 1 calle Bruselas.....	69
Tabla 72. Resultados acera 2 calle Bruselas.....	69
Tabla 73. Perfil calle Ámsterdam.....	70
Tabla 74. Distribución luminarias cale Ámsterdam .....	71
Tabla 75. Resultados calzada calle Bruselas .....	71
Tabla 76. Resultados acera 1 calle Bruselas.....	71
Tabla 77. Resultados acera 2 calle Bruselas.....	71
Tabla 78. Perfil calle Atenas.....	72
Tabla 79. Distribución luminosa calle Atenas .....	73
Tabla 80. Resultados calzada calle Atenas .....	73
Tabla 81. Resultados acera 1 calle Atenas .....	73
Tabla 82. Resultados acera 2 calle Atenas .....	73



Tabla 83. Perfil avenida Cerro del Rubal .....	75
Tabla 84. Distribución luminosa avenida Cerro del Rubal .....	75
Tabla 85. Resultados calzada avenida Cerro del Rubal.....	75
Tabla 86. Resultados acera 1 avenida Cerro del Rubal .....	76
Tabla 87. Perfil avenida Comunidades de Europa .....	77
Tabla 88. Distribución luminosa avenida Comunidades de Europa.....	77
Tabla 89. Resultados calzada avenida Comunidades de Europa.....	78
Tabla 90. Resultados acera 2 avenida Comunidades de Europa .....	78
Tabla 91. Resultados carril estacionamiento avenida Comunidades de Europa .....	78
Tabla 92. Resultados acera 1 avenida Comunidades de Europa .....	78
Tabla 93. Perfil calle Pinto tramo normal.....	80
Tabla 94. Distribución luminosa calle Pinto tramo normal.....	80
Tabla 95. Perfil calle Pinto tramo especial .....	80
Tabla 96. Distribución luminosa calle Pinto tramo especial .....	81
Tabla 97. Resultados calzada calle Pinto.....	81
Tabla 98. Resultados aceras calle Pinto .....	81
Tabla 99. Resultados calzada especial calle Pinto.....	82
Tabla 100. Perfil glorieta avenida Cerro del Rubal .....	83
Tabla 101. Distribución luminosa glorieta avenida Cerro del Rubal .....	83
Tabla 102. Resultados glorieta avenida Cerro del Rubal .....	84
Tabla 103. Perfil glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal .....	85
Tabla 104. Distribución luminosa glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal .....	85
Tabla 105. Resultados glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	85
Tabla 106. Perfil glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	87
Tabla 107. Distribución luminosa glorietas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	87
Tabla 108. Resultados glorieta colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	87
Tabla 109. Perfil glorieta colindante calle Pinto .....	89
Tabla 110. Distribución luminosa glorieta colindante calle Pinto.....	89
Tabla 111. Resultados glorieta colindante calle Pinto.....	89
Tabla 112. Datos calle Londres .....	90
Tabla 113. Calificación energética calle Londres .....	90
Tabla 114. Datos calle París .....	90
Tabla 115. Calificación energética calle París.....	90
Tabla 116. Datos calle Berlín .....	91
Tabla 117. Calificación energética calle Berlín.....	91
Tabla 118. Datos calle Roma.....	91
Tabla 119. Calificación energética calle Roma .....	91
Tabla 120. Datos calle Lisboa .....	92
Tabla 121. Calificación energética calle Lisboa.....	92
Tabla 122. Datos calle Bruselas .....	92
Tabla 123. Calificación energética calle Bruselas .....	92
Tabla 124. Datos calle Ámsterdam.....	93

Tabla 125. Calificación energética calle Ámsterdam.....	93
Tabla 126. Datos calle Atenas .....	93
Tabla 127. Calificación energética calle Atenas .....	93
Tabla 128. Datos avenida Cerro del Rubal.....	94
Tabla 129. Calificación energética avenida Cerro del Rubal .....	94
Tabla 130. Datos avenida Comunidades de Europa .....	94
Tabla 131. Calificación energética avenida Comunidades de Europa .....	94
Tabla 132. Datos calle Pinto.....	95
Tabla 133. Calificación energética avenida Cerro del Rubal .....	95
Tabla 134. Datos rotonda Avenida Cerro del Rubal .....	95
Tabla 135. Calificación energética rotonda Avenida Cerro del Rubal.....	95
Tabla 136. Datos rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal.....	96
Tabla 137. Calificación energética rotonda colindante calle Ámsterdam-Cerro del Rubal .....	96
Tabla 138. Datos rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa .....	96
Tabla 139. Calificación energética rotondas colindantes avenida Comunidades de Europa.....	96
Tabla 140. Datos rotonda colindante calle Pinto .....	97
Tabla 141. Calificación energética rotonda colindante calle Pinto .....	97
Tabla 142. Caída de tensión calle Londres.....	99
Tabla 143. Caída de tensión Calle Berlín tramo 1 .....	100
Tabla 144. Caída de tensión Calle Berlín tramo 2.....	100
Tabla 145. Caída de tensión Calle Roma .....	101
Tabla 146. Caída de tensión Calle Lisboa .....	101
Tabla 147. Caída de tensión Calle Bruselas .....	101
Tabla 148. Caída de tensión Calle Ámsterdam y rotonda .....	102
Tabla 149. Caída de tensión avenida Cerro del Rubal y rotonda .....	102
Tabla 150. Caída de tensión Calle Atenas .....	103
Tabla 151. Caída de tensión avenida Comunidades de Europa y rotondas .....	103
Tabla 152. Caída de tensión Calle Pinto y rotonda .....	104
Tabla 153. Selección del equipo de protección en función de la atmósfera existente .	121
Tabla 154. Comparación potencia instalación actual/propuesta .....	143
Tabla 155. Comparación coste anualizado total.....	145

## **ANEXO I. TFG Mejora alumbrado**

En el siguiente anexo se exponen en detalle los outputs realizados mediante el programa DIALUX

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Índice

### ANEXO I. TFG Mejora alumbrado

Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -350mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	6
<b>Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 10 LED - T2 -530mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	7
<b>Disano 3225 Sforza LED centro de la vía con lentes elípticas Disano...</b>	
Hoja de datos de luminarias	8
<b>Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -530mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	9
<b>Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -700mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	10
<b>Disano 3280 Rolle - T1 Disano 3280 14 LED - T1 -350mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	11
<b>Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -530mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	12
<b>Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -350mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	13
<b>Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -530mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	14
<b>Disano 3280 Rolle - T1 Disano 3280 14 LED - T1 -530mA CLD CELL pla...</b>	
Hoja de datos de luminarias	15
<b>Rotonda Colindante Calle Pinto</b>	
Luminarias (ubicación)	16
Rendering (procesado) de colores falsos	17
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Trama de cálculo 1</b>	
Gráfico de valores (E, horizontal)	18
<b>Rotondas adyacentes a Av. Comunidades de Europa</b>	
Luminarias (ubicación)	19
Rendering (procesado) de colores falsos	20
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Trama de cálculo 1</b>	
Gráfico de valores (E, horizontal)	21
<b>Rotonda Avenida Cerro del Rubal</b>	
Luminarias (ubicación)	22
Rendering (procesado) de colores falsos	23
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Trama de cálculo 1</b>	
Gráfico de valores (E, horizontal)	24
<b>Rotonda Colindante Calle Ámsterdam- Cerro del Rubal</b>	
Luminarias (ubicación)	25
Rendering (procesado) de colores falsos	26
<b>Superficies exteriores</b>	
<b>Trama de cálculo 1</b>	
Gráfico de valores (E, horizontal)	27
<b>Calle Londres</b>	
Datos de planificación	28
Resultados luminotécnicos	29
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	31
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Índice

Gama de grises (E)	32
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	33
<b>Calle Lisboa</b>	
Datos de planificación	34
Resultados luminotécnicos	35
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	37
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	38
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	39
<b>Calle Berlín</b>	
Datos de planificación	40
Resultados luminotécnicos	41
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	43
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	44
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	45
<b>Calle Roma Tramo 1</b>	
Datos de planificación	46
Resultados luminotécnicos	47
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	49
<b>Observador</b>	
<b>Observador 2</b>	
Gama de grises (L)	50
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	51
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	52
<b>Calle Roma Tramo 2</b>	
Datos de planificación	53
Resultados luminotécnicos	54
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	56
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	57
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	58
<b>Calle Bruselas</b>	
Datos de planificación	59
Resultados luminotécnicos	60
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	62
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	63

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Índice

<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	64
<b>Calle Ámsterdam</b>	
Datos de planificación	65
Resultados luminotécnicos	66
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	68
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	69
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	70
<b>Calle Atenas</b>	
Datos de planificación	71
Resultados luminotécnicos	72
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	74
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	75
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	76
<b>Avenida Cerro Del Rubal</b>	
Datos de planificación	77
Resultados luminotécnicos	78
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	80
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	81
<b>Recuadro de evaluación Calzada 2</b>	
<b>Observador</b>	
<b>Observador 3</b>	
Isolíneas (L)	82
Gama de grises (L)	83
Gráfico de valores (L)	84
Tabla (L)	85
<b>Observador 4</b>	
Isolíneas (L)	87
Gama de grises (L)	88
Gráfico de valores (L)	89
Tabla (L)	90
<b>Avenida Comunidades Europa</b>	
Datos de planificación	92
Resultados luminotécnicos	93
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	95
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	96
<b>Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1</b>	
Gama de grises (E)	97
<b>Calle Pinto tramo normal</b>	
Datos de planificación	98

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Índice

Resultados luminotécnicos	99
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	101
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 2</b>	
Gama de grises (E)	102
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	103
<b>Calle Pinto Tramo bus</b>	
Datos de planificación	104
Resultados luminotécnicos	105
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 2</b>	
Gama de grises (E)	106
<b>Calle Paris tramo Sforza</b>	
Datos de planificación	107
Resultados luminotécnicos	108
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	110
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	111
<b>Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1</b>	
Gama de grises (E)	112
<b>Calle Paris tramo Rolle</b>	
Datos de planificación	113
Resultados luminotécnicos	114
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Camino peatonal 1</b>	
Gama de grises (E)	116
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
Gama de grises (E)	117
<b>Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1</b>	
Gama de grises (E)	118



Universidad Carlos III Madrid

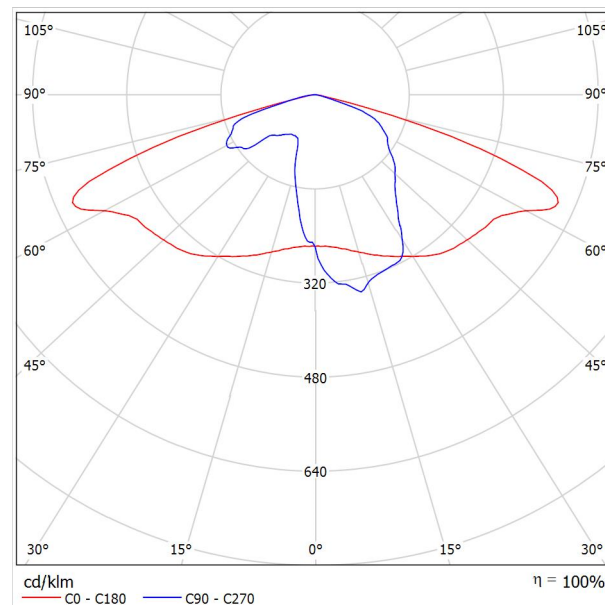
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -350mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 37 70 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI 34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

Universidad Carlos III Madrid

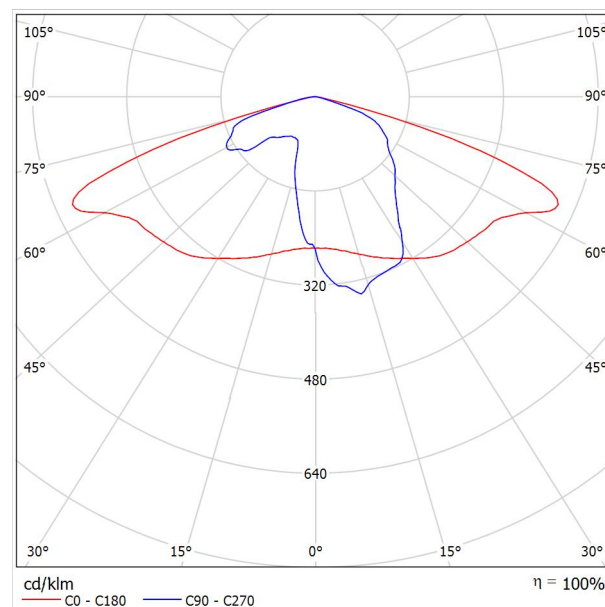
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 10 LED - T2 -530mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 37 70 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI 34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

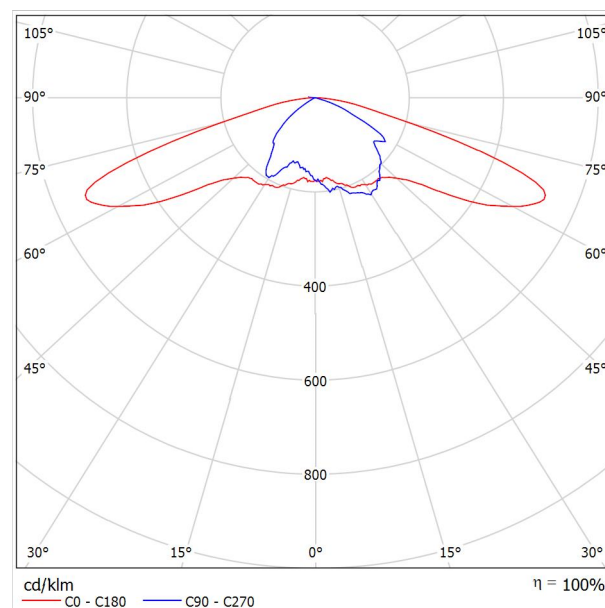
Universidad Carlos III Madrid

Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3225 Sforza LED centro de la vía con lentes elípticas Disano 3225 36 led CLD CELL plata arenada+grafito / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 32 68 94 100 100

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

La elegancia en LA ciudad significa a menudo sencillez. En un paisaje urbano cada vez más abarrotado de estímulos y señales confusas, se siente la exigencia de formas sencillas y reconocibles. Sforza transmite serenidad y fiabilidad, precisamente lo que se pide a un buen proyecto de iluminación en la ciudad. (También la versión de interior)

Cuerpo/caja: de aluminio inyectado fundido a presión previsto con acoplamiento central.

Difusor: vidrio templado, de 5 mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los choques (pruebas UNI EN 12150-1/2001).

Reflector: de policarbonato metalizado

Barnizado: en diversas fases. Por inmersión de cataforesis epoxídica, resistente a la corrosión y a la neblinas salinas. Segunda mano de acabado con resina acrílica, ecológica, color plata con tratamiento de arena y gris grafito, estabilizada contra los rayos UV. Otros colores bajo pedido.

Equipamiento: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de que suban de manera imprevista la temperatura del LED debido a condiciones medioambientales particulares o a un funcionamiento anómalo del LED, el sistema disminuye el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Con conector de conexión rápida. Seccionador de serie

Sforza led está equipada con módulosled CRI 70 - 5544/7392lm - 4000K - 350mA (bajo pedido 530mA 8100/10800lm - 54/72W) con la última generación de eficiencia. Ta-30 40 ° C la vida 60.000h L70B20

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento. El rendimiento total del equipo se acerca al 100%. LED de cada módulo está equipado con una lente de alta eficiencia

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI 34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Universidad Carlos III Madrid

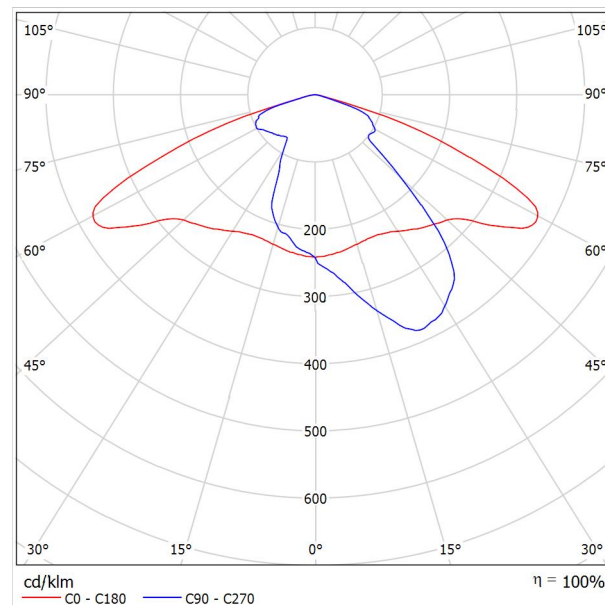
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -530mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 38 73 97 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

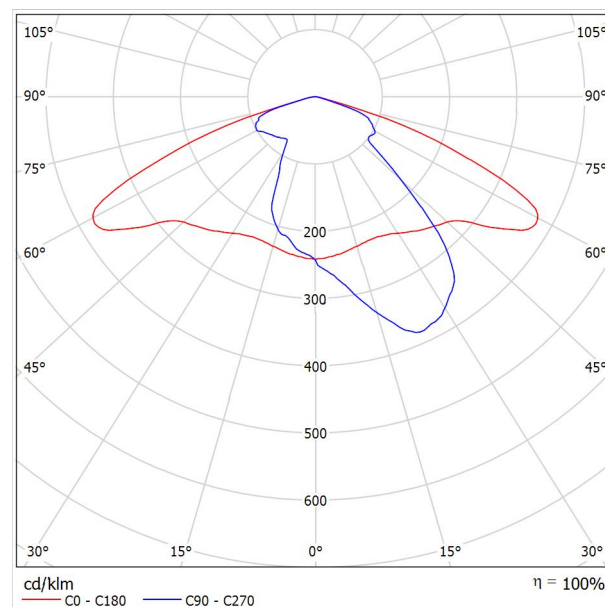
Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -700mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 38 73 97 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI 34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

Universidad Carlos III Madrid

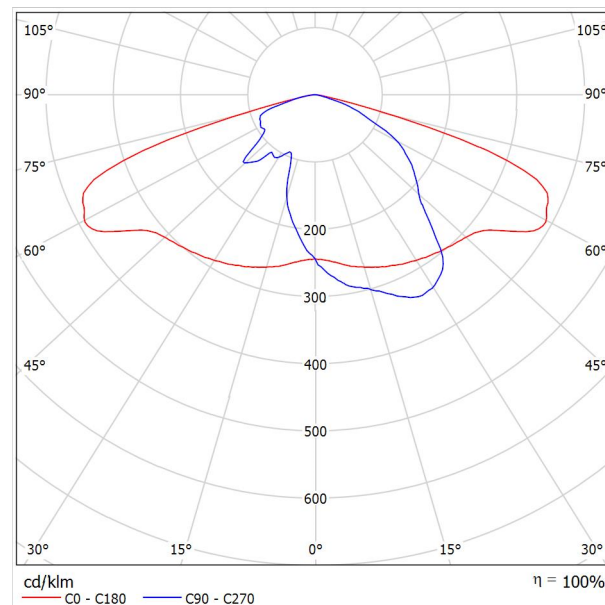
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3280 Rolle - T1 Disano 3280 14 LED - T1 -350mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 38 72 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.



Universidad Carlos III Madrid

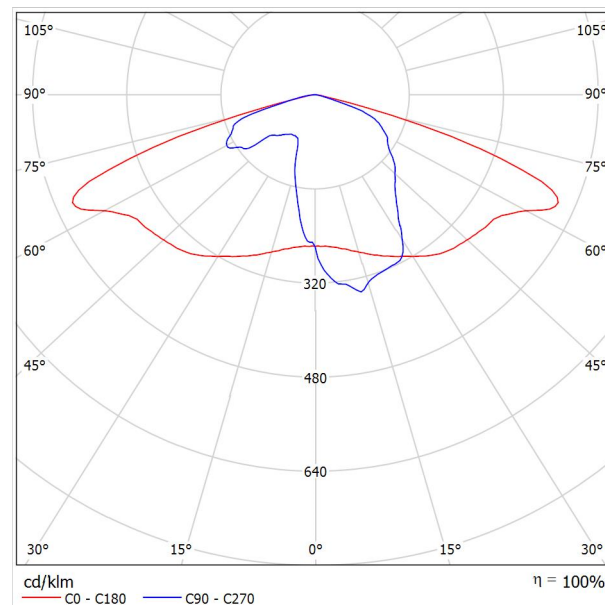
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -530mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 37 70 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V  
Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

Universidad Carlos III Madrid

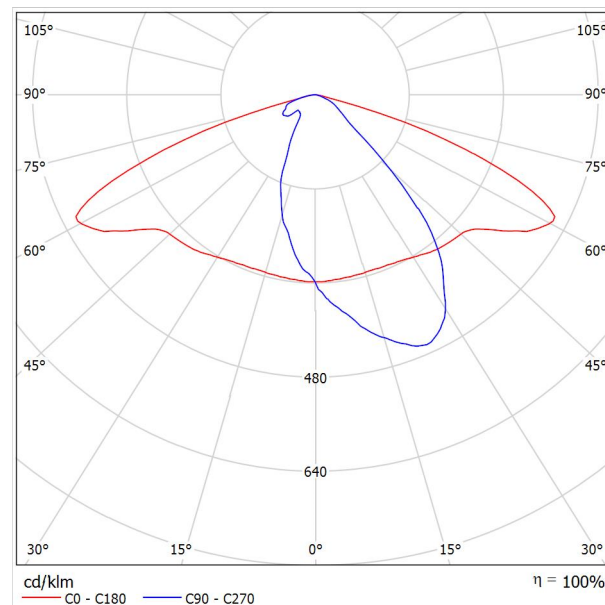
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -350mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 45 78 98 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V  
 Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.



Universidad Carlos III Madrid

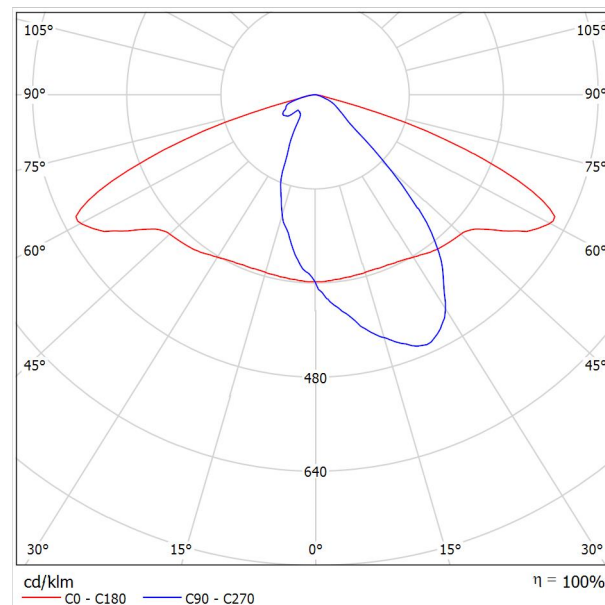
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -530mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 45 78 98 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V  
 Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

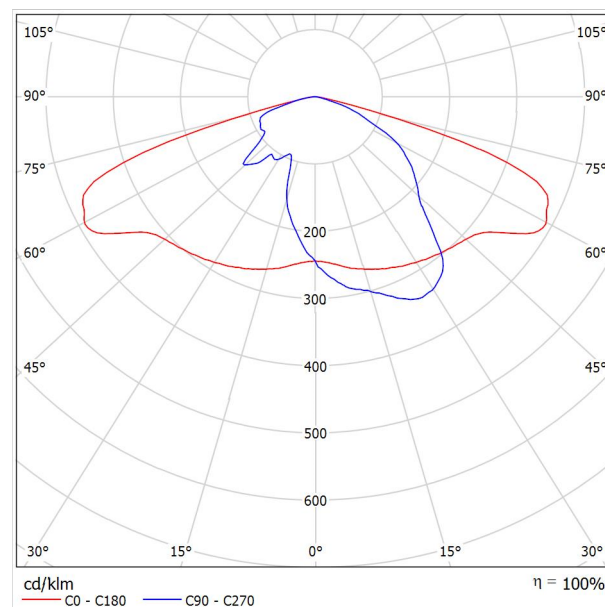
Universidad Carlos III Madrid

Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
 Teléfono 658829530  
 Fax  
 e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Disano 3280 Rolle - T1 Disano 3280 14 LED - T1 -530mA CLD CELL plata est. / Hoja de datos de luminarias

### Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 38 72 96 100 101

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Cuerpo y marco: de aluminio inyectado fundido a presión. Diseñado con una sección y una superficie de exposición al viento muy baja.  
 Aletas de enfriamiento integradas en la tapa.

Ópticas: en PMMA con alta resistencia a las temperatura y a los rayos U.V

Fijación de la columna: de aluminio inyectado fundido a presión y provista de mordazas para el bloqueo de la luminaria según varias inclinaciones. Orientable de 0° a 15° para aplicaciones en báculo; y de 0° a 10° para aplicaciones post top. Paso de inclinación 5°, apropiada para columnas de 46-76mm de diámetro.

Difusor: cristal transparente templado de 4mm de espesor, resistente a los choques térmicos y a los golpes (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Barnizado: en polvo con resina de base poliéster, resistente a la corrosión y a las nieblas salinas.

Dotación: dispositivo automático de control de la temperatura. En el caso de un aumento imprevisto de la temperatura del LED, que esté provocada por condiciones medioambientales especiales o por un funcionamiento anómalo de los LEDs, el sistema baja el flujo luminoso para reducir la temperatura de ejercicio, garantizando siempre el funcionamiento correcto. Diodo de protección contra los picos de tensión.

Equipamiento: con conector estanco IP67 para la conexión a la línea.

Disipador: el sistema de disipación del calor se ha estudiado y realizado específicamente para permitir el funcionamiento de los LEDs con temperaturas inferiores a 50° (Tj = 25°), garantizando prestaciones óptimas, un buen rendimiento y una duración elevada.

LED: Ta -30 + 40 ° C la vida 50.000h al 80% L80B20

LED 4000K - 700mA - 5400lm - 39W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 2970lm - 19W --- 530mA - 4050lm - 30W)

LED 4000K - 700mA - 10800lm - 78W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 5940lm - 38W --- 530mA - 8100lm - 59W)

LED 4000K - 700mA - 15120lm - 109W - CRI 80 (bajo pedido 350mA - 8316lm - 53W --- 530mA - 11340lm - 83W)

Clase de seguridad fotobiológica Grupo exento EN62471

Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI

34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.

Bajo pedido:

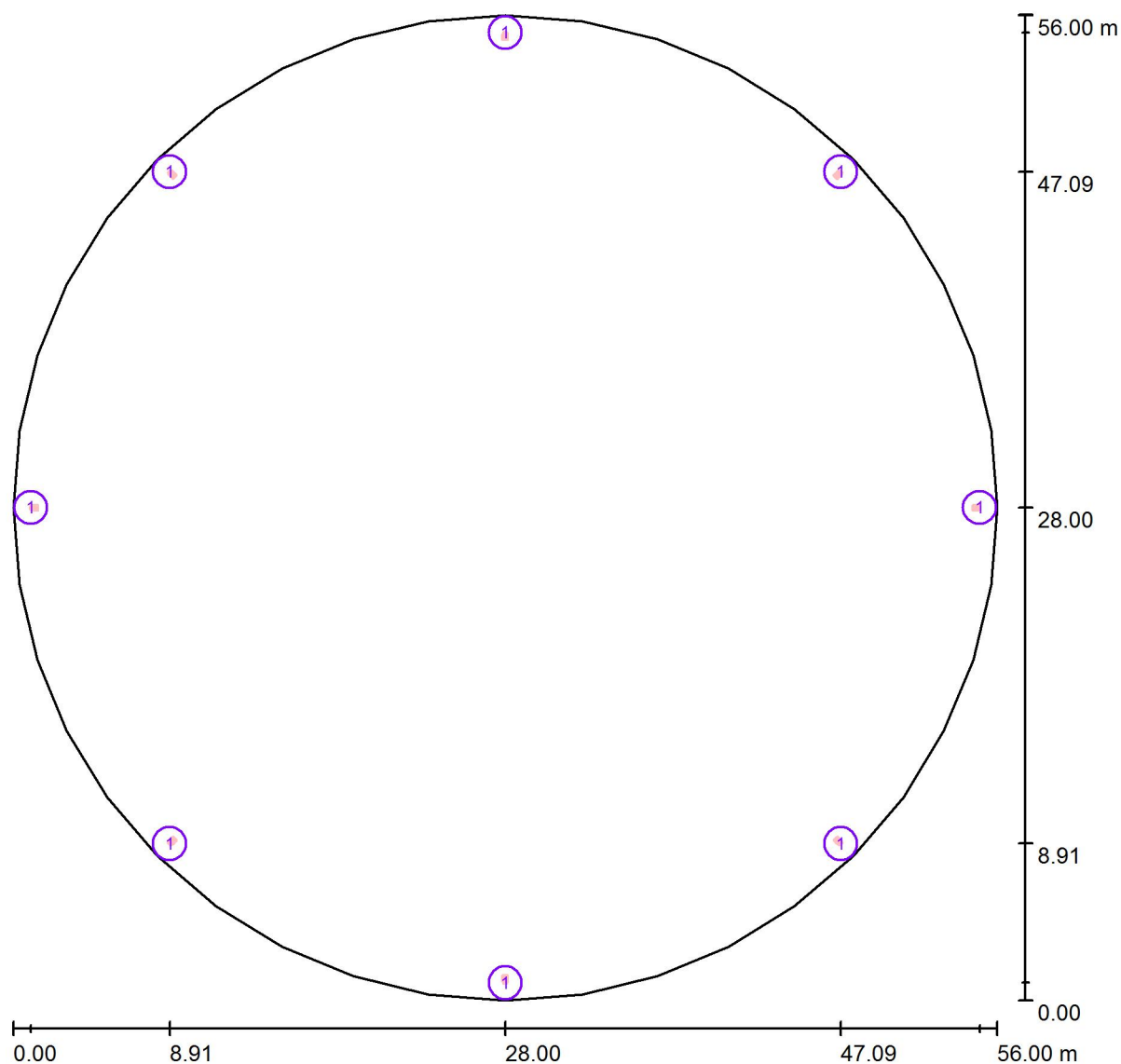
- con alimentador dimmer 1-10V subcódigo 12.
- con alimentador dimmer DIG subcódigo 0041.
- medianoche virtual subcódigo 30.
- ondas portadoras subcódigo 0078.

Póngase en contacto con el 'Centro de Consultoría y diseño' para cualquier información.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Rotonda Colindante Calle Pinto / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 401

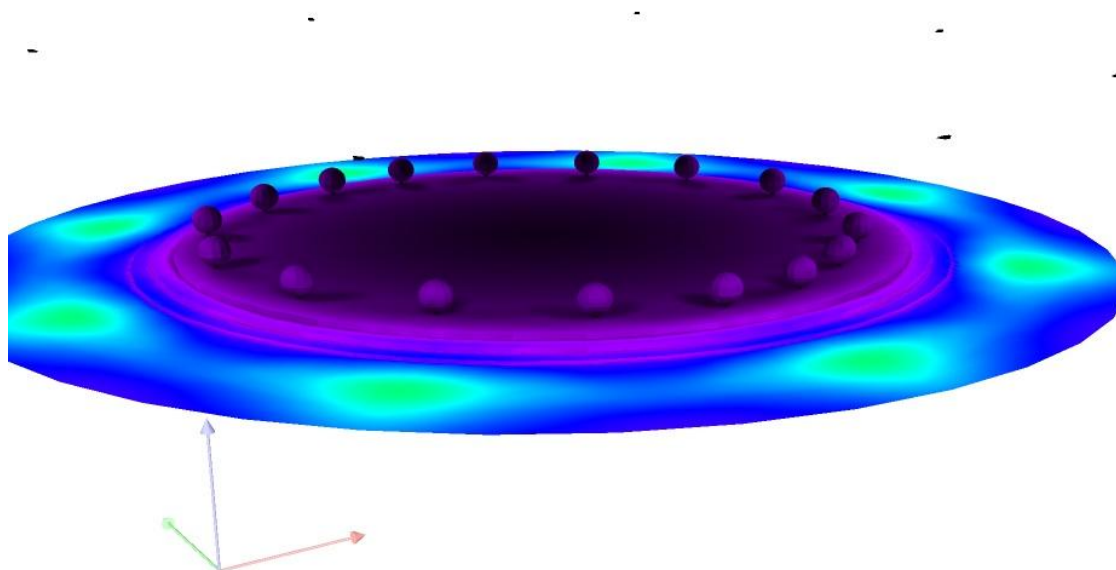
#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	8	Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -530mA CLD CELL plata est.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Rotonda Colindante Calle Pinto / Rendering (procesado) de colores falsos

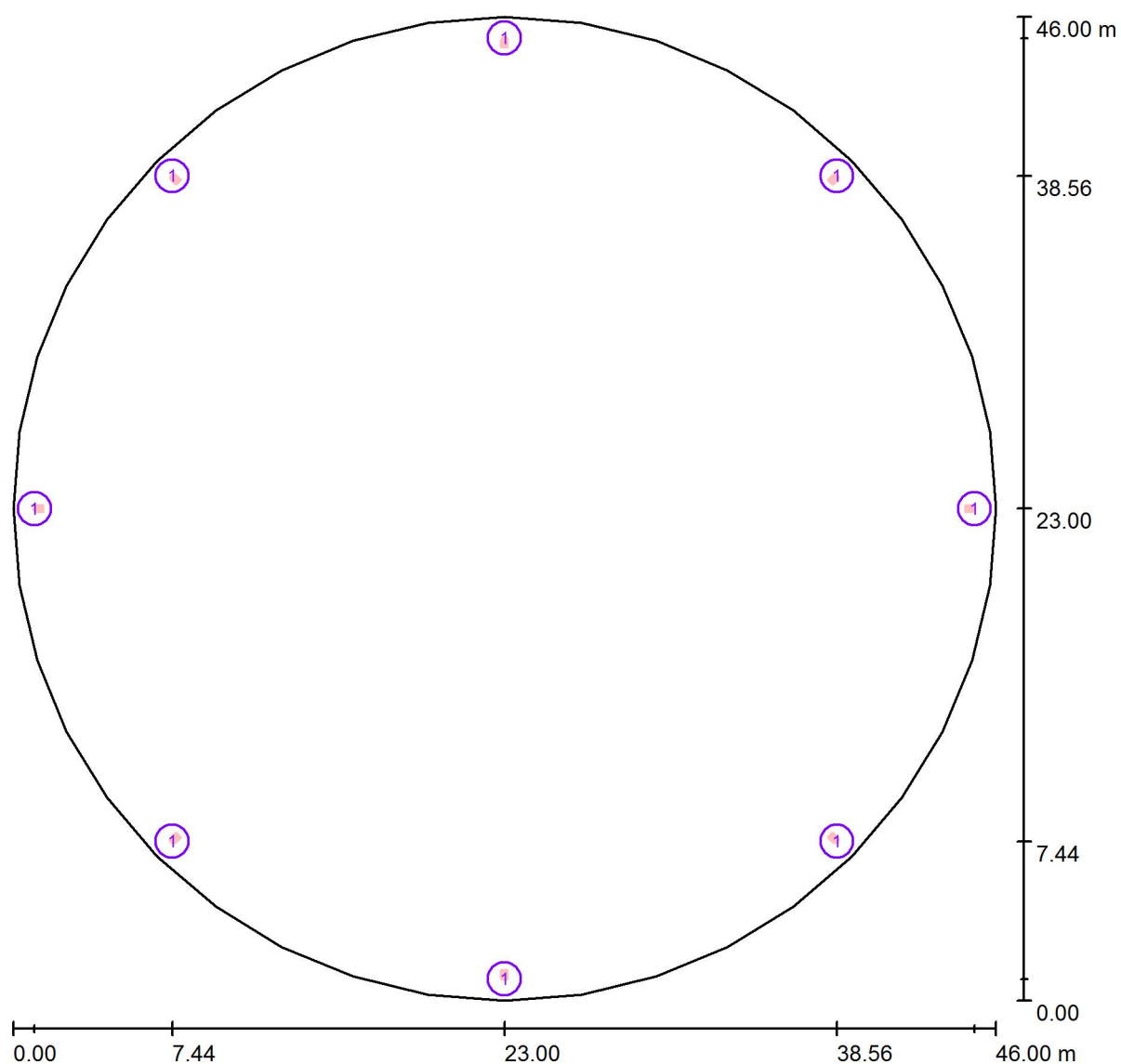


Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Rotondas adyacentes a Av. Comunidades de Europa / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 329

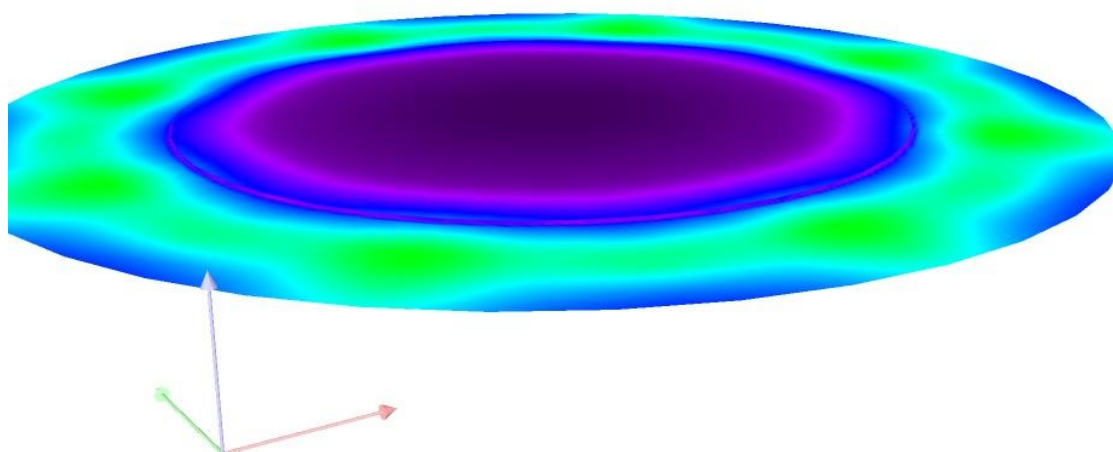
#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	8	Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -530mA CLD CELL plata est.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

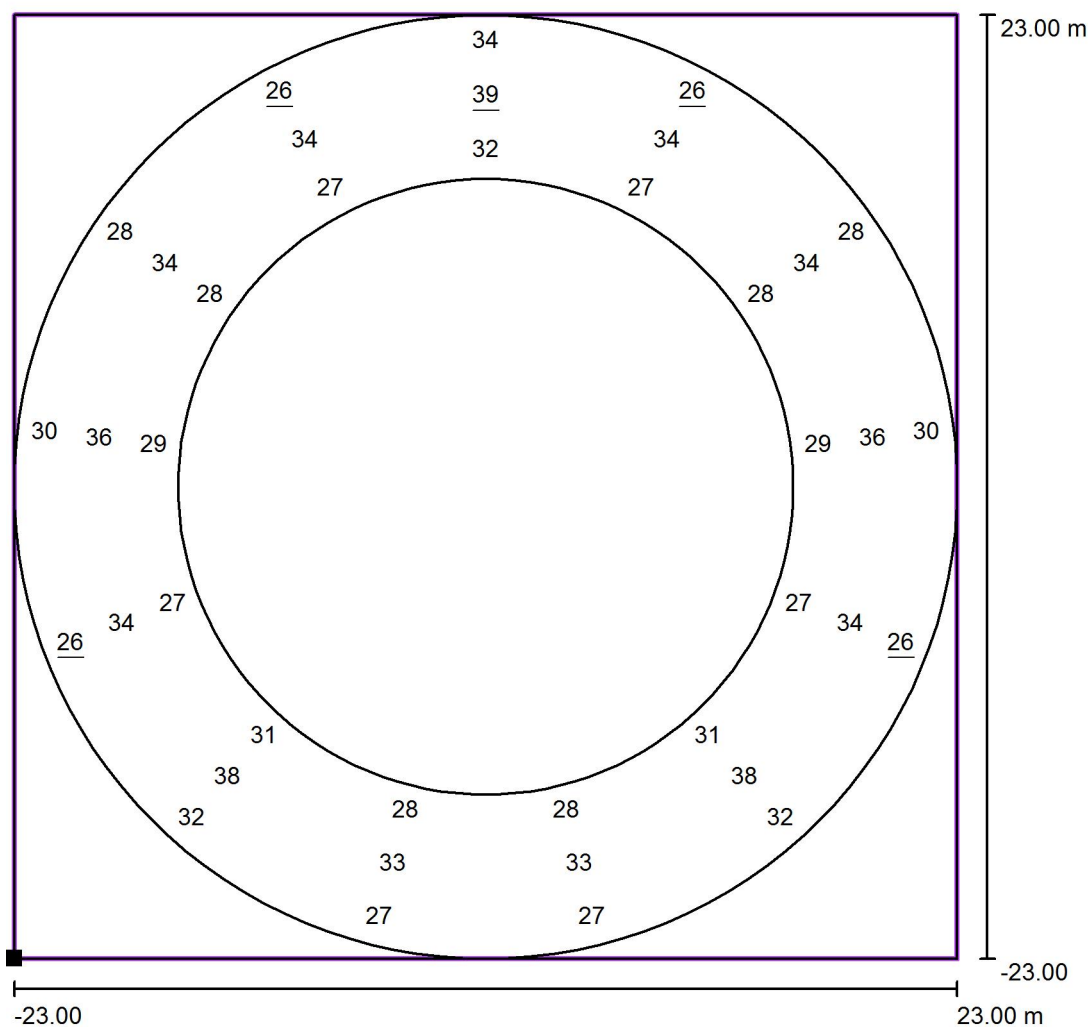
## Rotondas adyacentes a Av. Comunidades de Europa / Rendering (procesado) de colores falsos



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

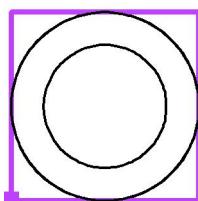
Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Rotondas adyacentes a Av. Comunidades de Europa / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 369

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
31

$E_{min}$  [lx]  
26

$E_{max}$  [lx]  
39

$E_{min} / E_m$   
0.83

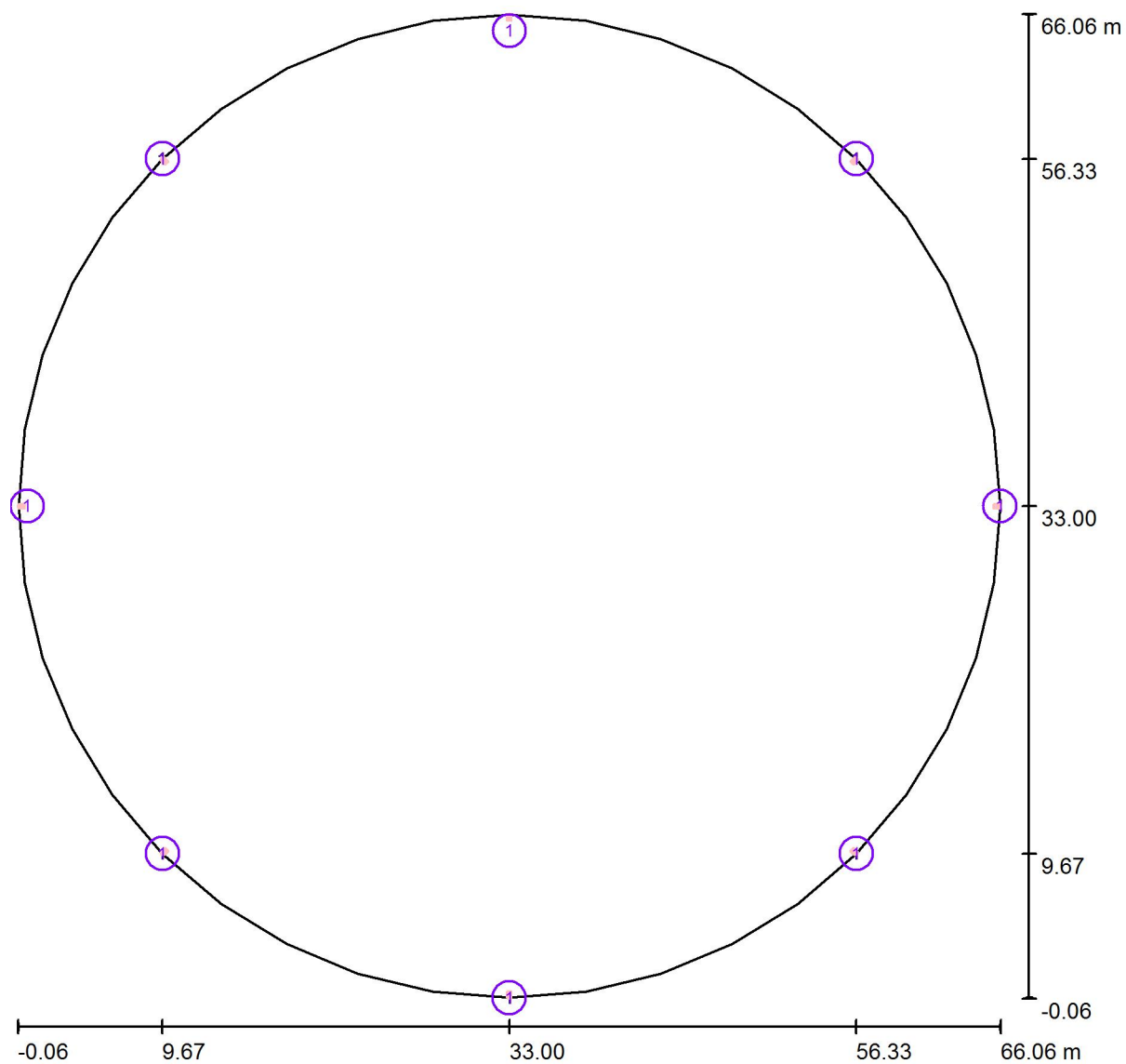
$E_{min} / E_{max}$   
0.65



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Rotonda Avenida Cerro del Rubal / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 473

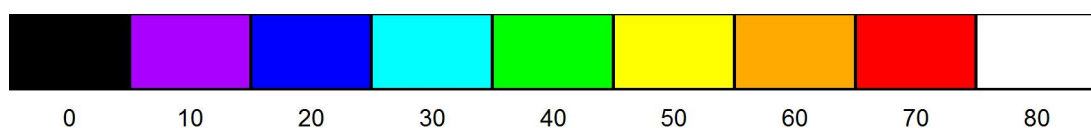
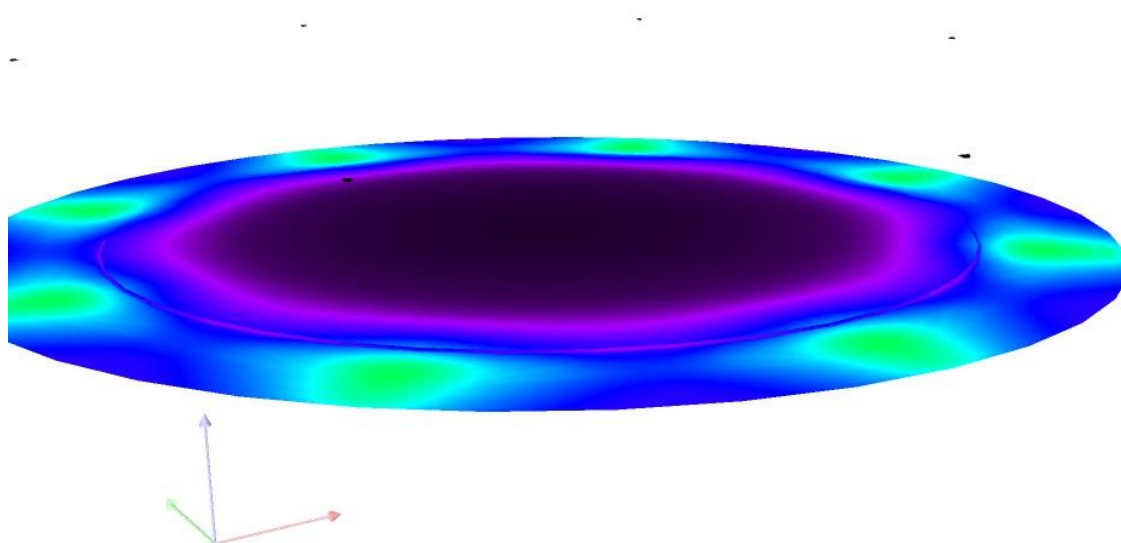
#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	8	Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -700mA CLD CELL plata est.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

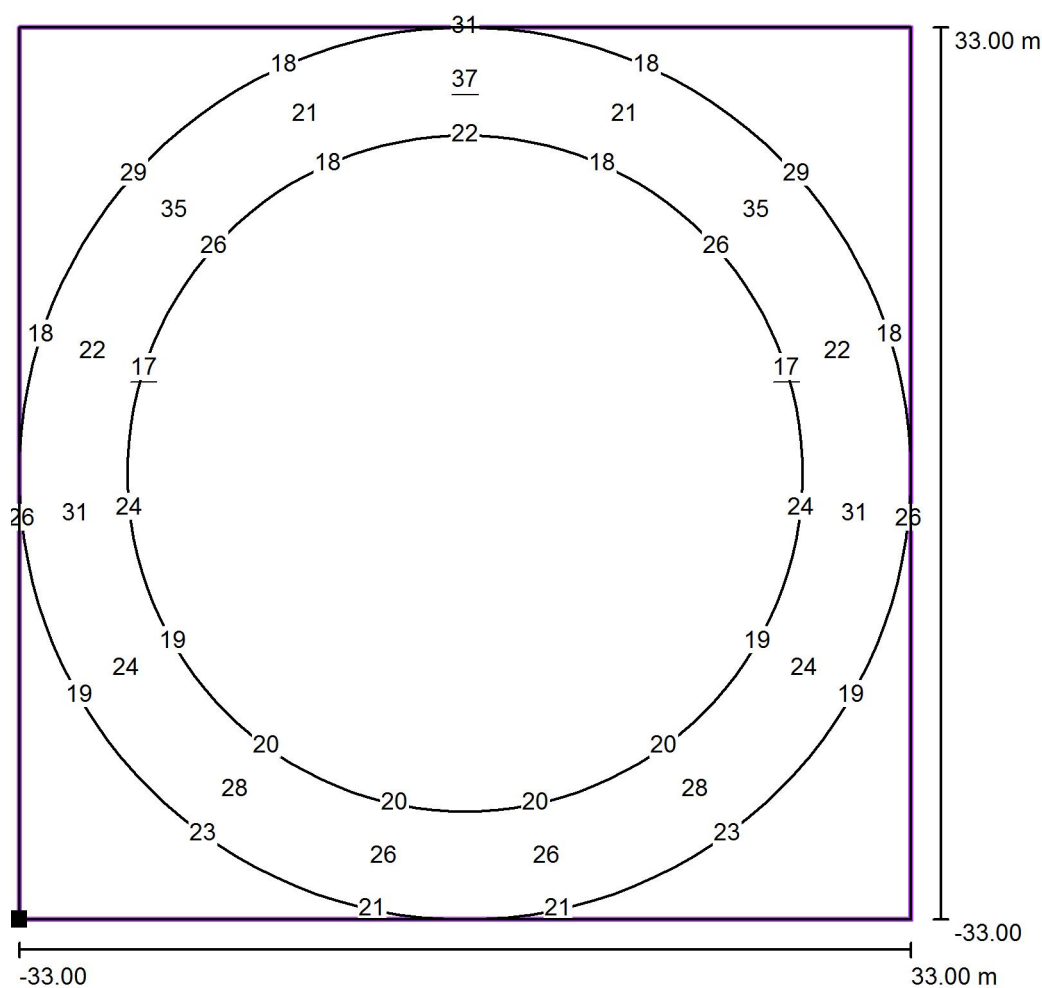
## Rotonda Avenida Cerro del Rubal / Rendering (procesado) de colores falsos



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

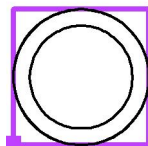
Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Rotonda Avenida Cerro del Rubal / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 560

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m,  
0.000 m)



Trama: 15 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
24

$E_{min}$  [lx]  
17

$E_{max}$  [lx]  
37

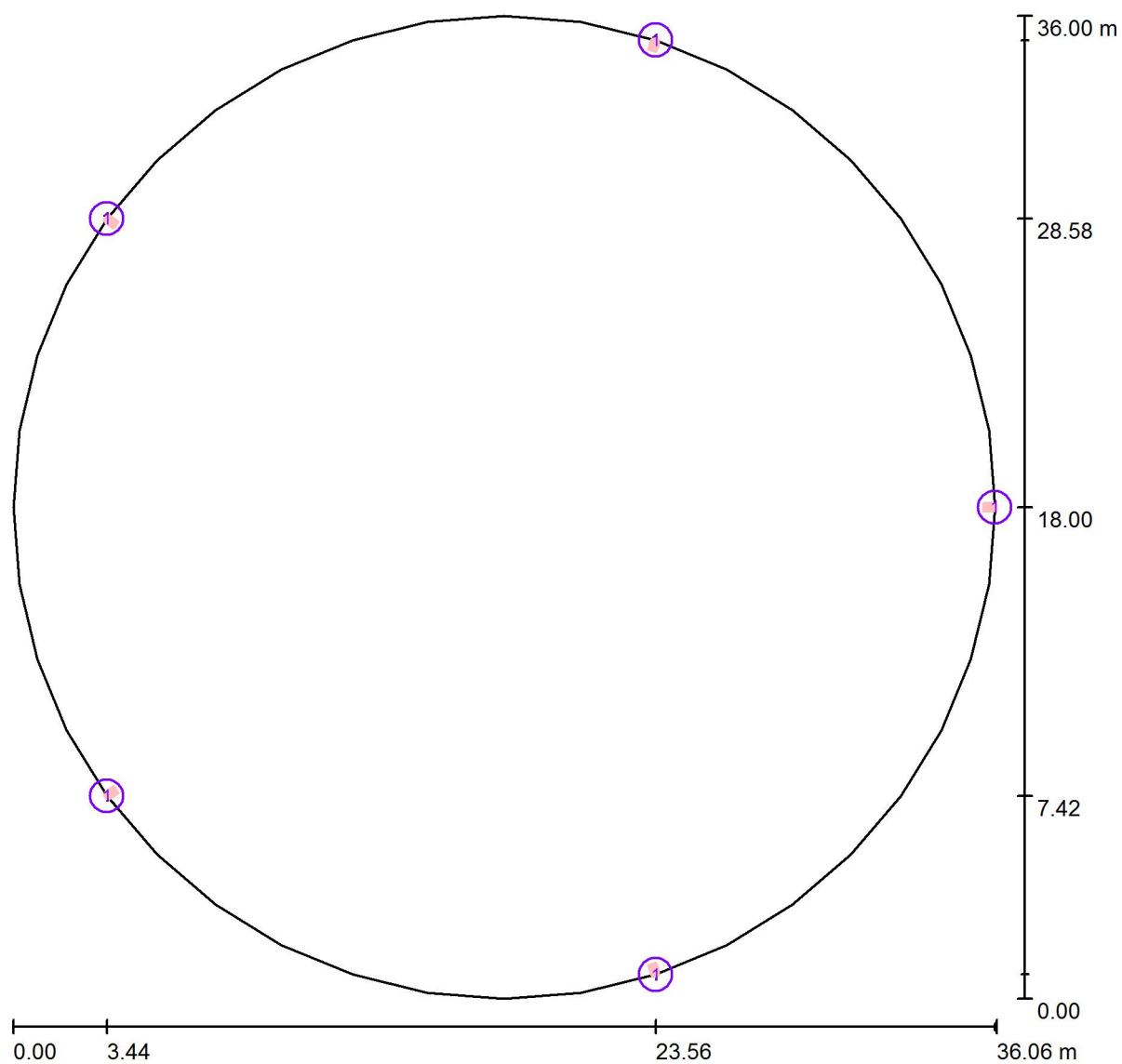
$E_{min} / E_m$   
0.72

$E_{min} / E_{max}$   
0.46

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Rotonda Colindante Calle Ámsterdam- Cerro del Rubal / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 258

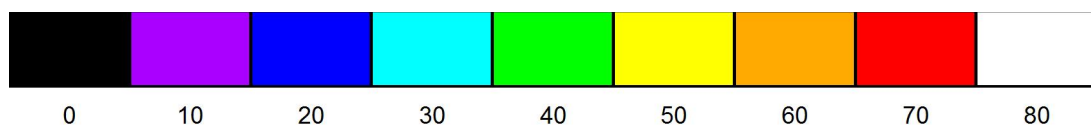
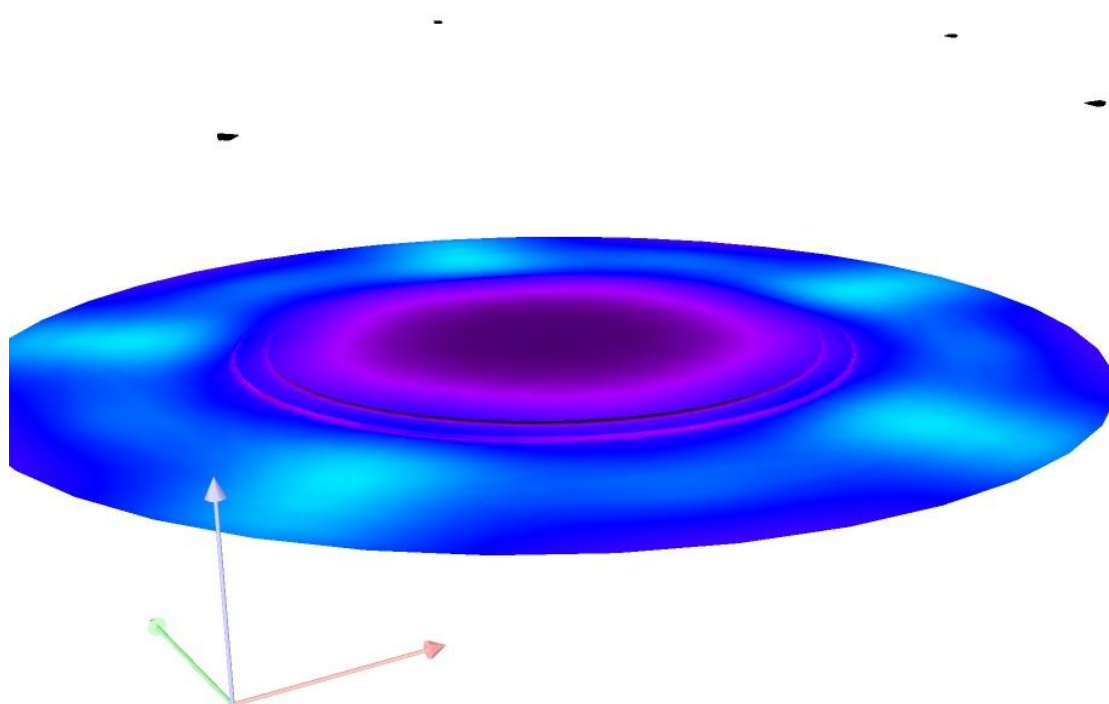
### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	5	Disano 3283 Rolle - T4 Disano 3283 14 LED - T4 -530mA CLD CELL plata est.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

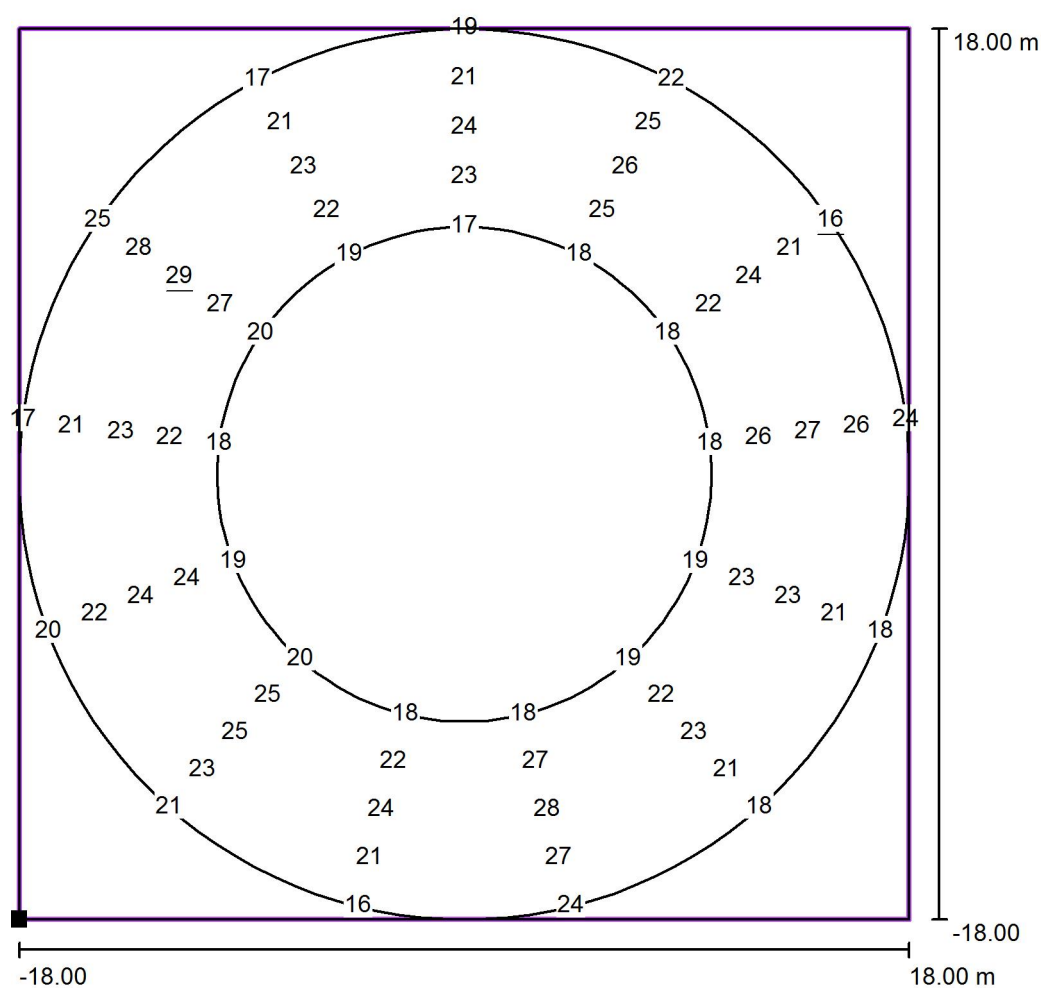
## Rotonda Colindante Calle Ámsterdam- Cerro del Rubal / Rendering (procesado) de colores falsos



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

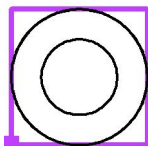
Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Rotonda Colindante Calle Ámsterdam- Cerro del Rubal / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, horizontal)



Valores en Lux, Escala 1 : 306

Situación de la superficie en la escena exterior:  
Punto marcado: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 13 x 5 Puntos

$E_m$  [lx]  
22

$E_{min}$  [lx]  
16

$E_{max}$  [lx]  
29

$E_{min} / E_m$   
0.74

$E_{min} / E_{max}$   
0.56

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

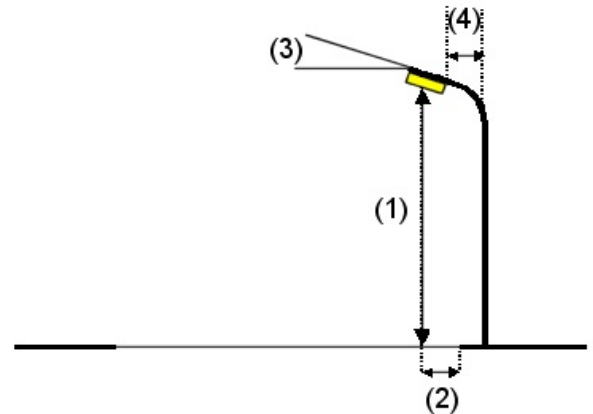
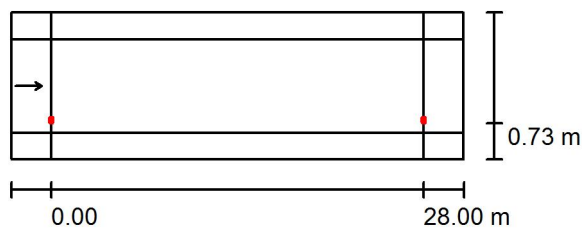
## Calle Londres / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3280 Rolle - T1 Disano 3280 14 LED - T1 -350mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	6793 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	6793 lm
Potencia de las luminarias:	57.5 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	28.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.022 m
Saliente sobre la calzada (2):	1.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	366 cd/klm
con 80°:	32 cd/klm
con 90°:	0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

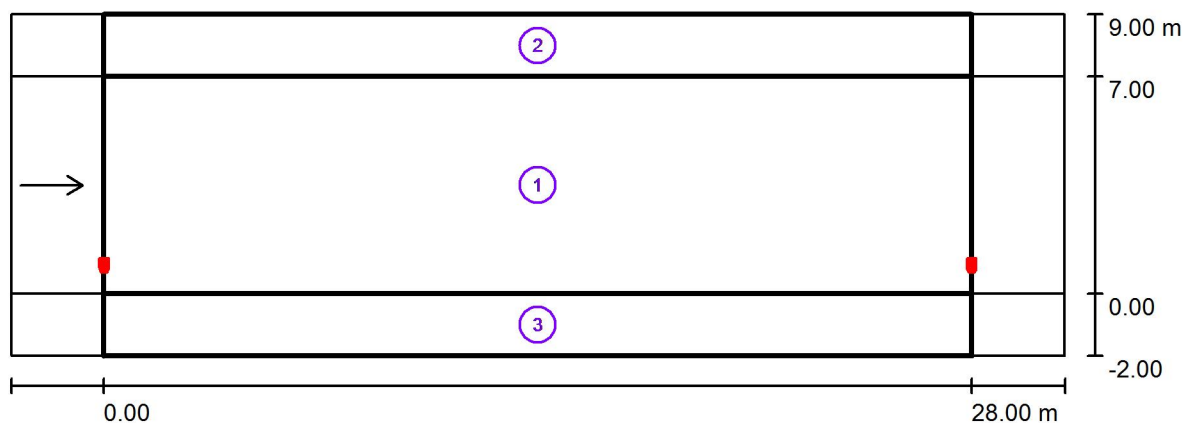
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Londres / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:244

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 28.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.83	0.65	0.89	6	0.61
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Londres / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	9.00	6.39
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

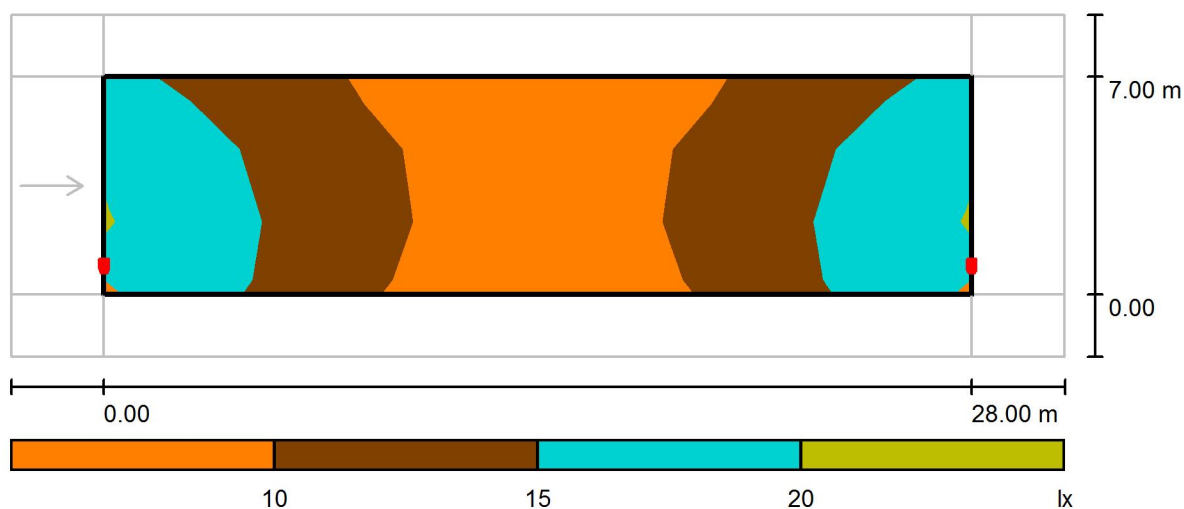
Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	9.39	6.00
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Londres / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
13

$E_{min}$  [lx]  
8.31

$E_{max}$  [lx]  
19

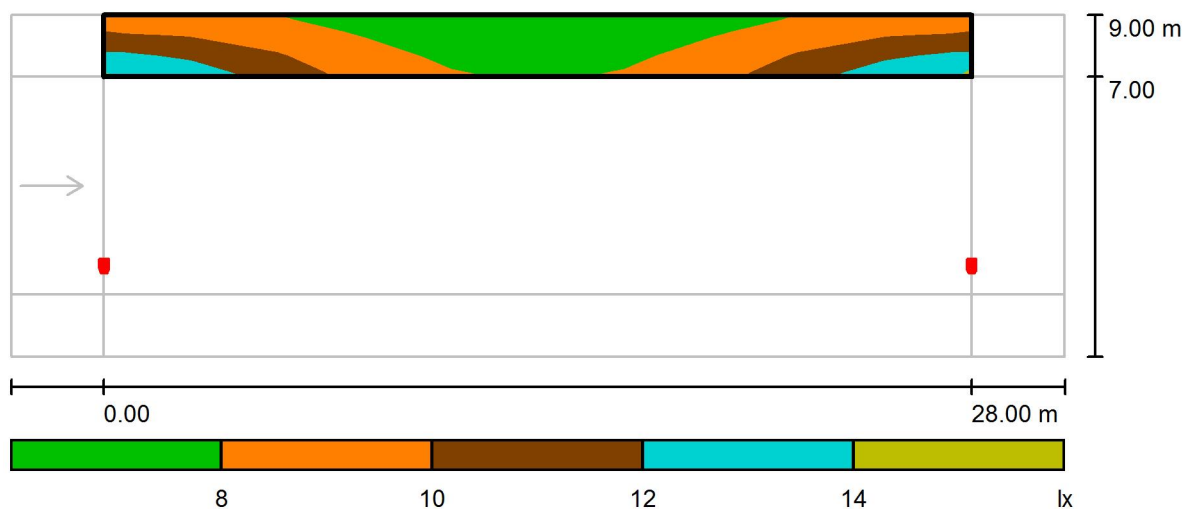
$E_{min} / E_m$   
0.649

$E_{min} / E_{max}$   
0.428

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Londres / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.00

$E_{min}$  [lx]  
6.39

$E_{max}$  [lx]  
13

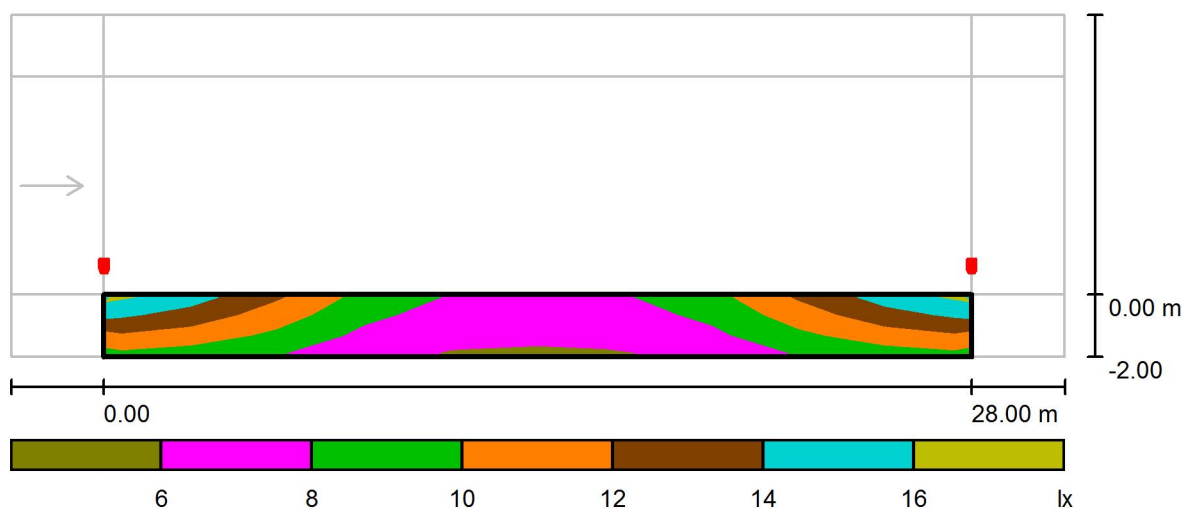
$E_{min} / E_m$   
0.710

$E_{min} / E_{max}$   
0.487

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Londres / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.39

$E_{min}$  [lx]  
6.00

$E_{max}$  [lx]  
15

$E_{min} / E_m$   
0.639

$E_{min} / E_{max}$   
0.398

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

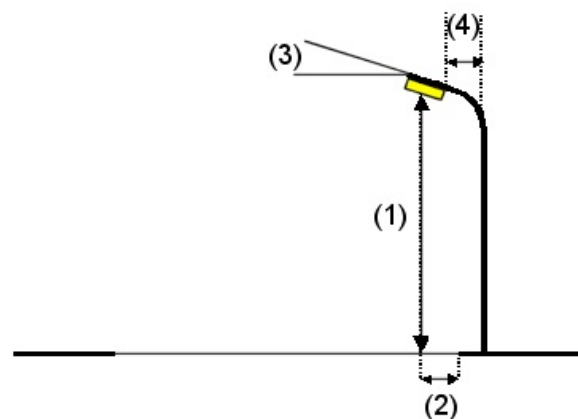
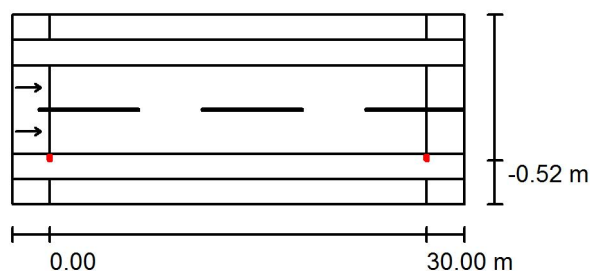
## Calle Lisboa / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -530mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	9351 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	9351 lm
Potencia de las luminarias:	89.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.954 m
Altura del punto de luz:	9.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.250 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	414 cd/klm
con 80°:	58 cd/klm
con 90°:	3.33 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

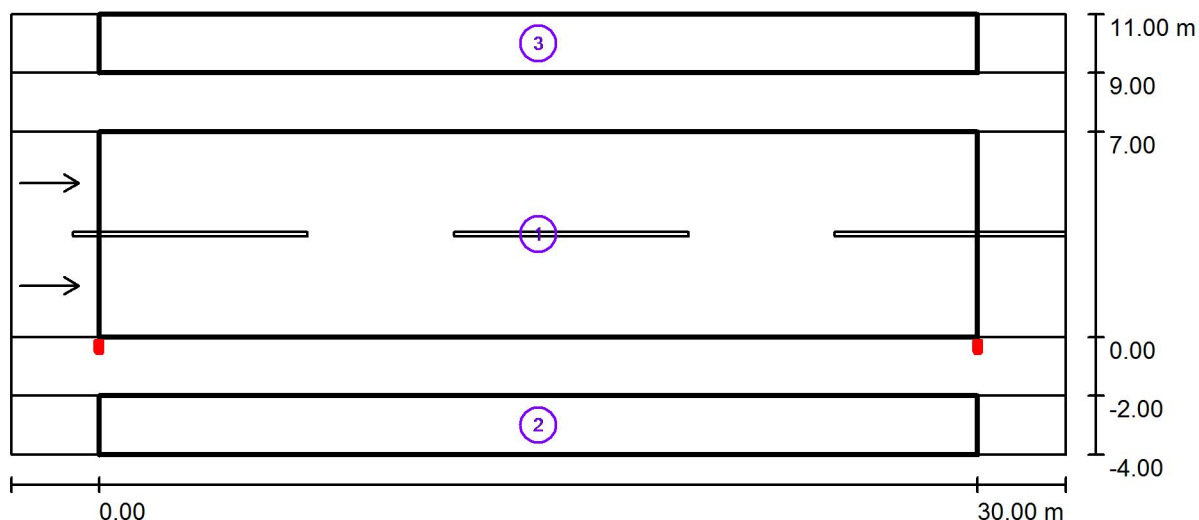
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Lisboa / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:258

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 10 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.98	0.51	0.85	8	0.54
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Lisboa / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	7.04	5.09
Valores de consigna según clase:	$\geq 5.00$	$\geq 1.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

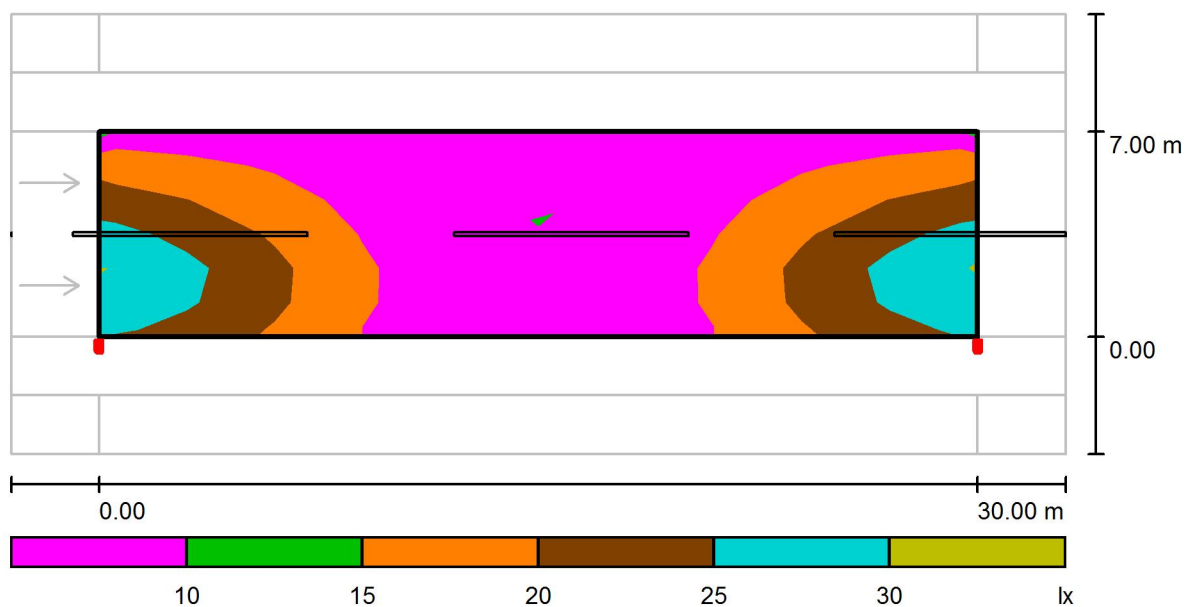
Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	5.25	3.59
Valores de consigna según clase:	$\geq 5.00$	$\geq 1.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Lisboa / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
8.79

$E_{max}$  [lx]  
29

$E_{min} / E_m$   
0.537

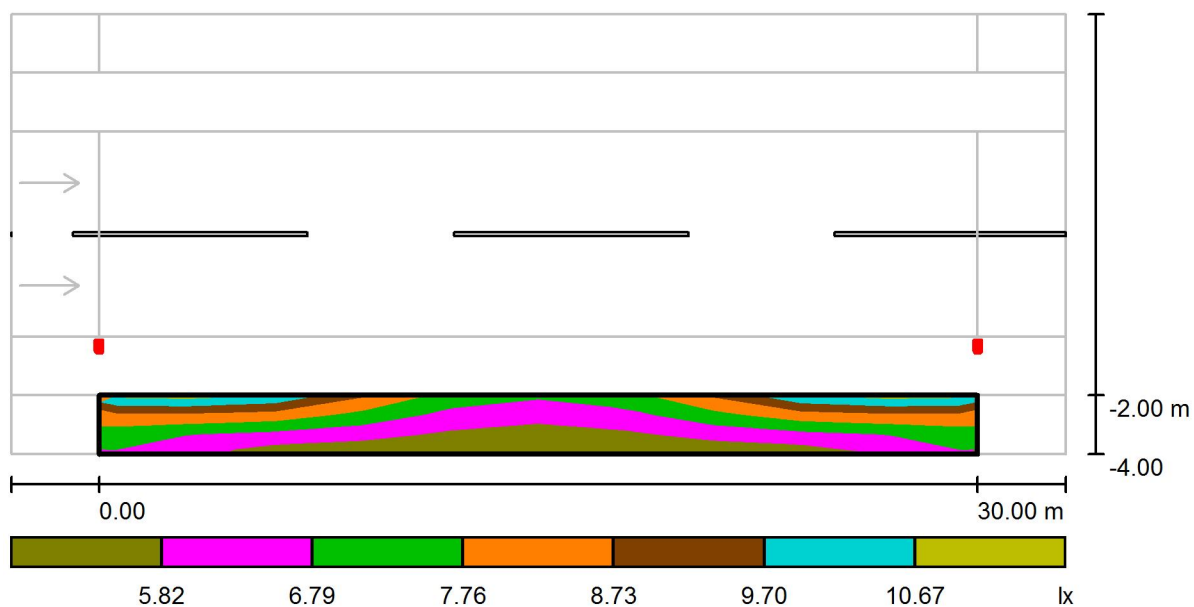
$E_{min} / E_{max}$   
0.302



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Lisboa / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
7.04

$E_{min}$  [lx]  
5.09

$E_{max}$  [lx]  
9.97

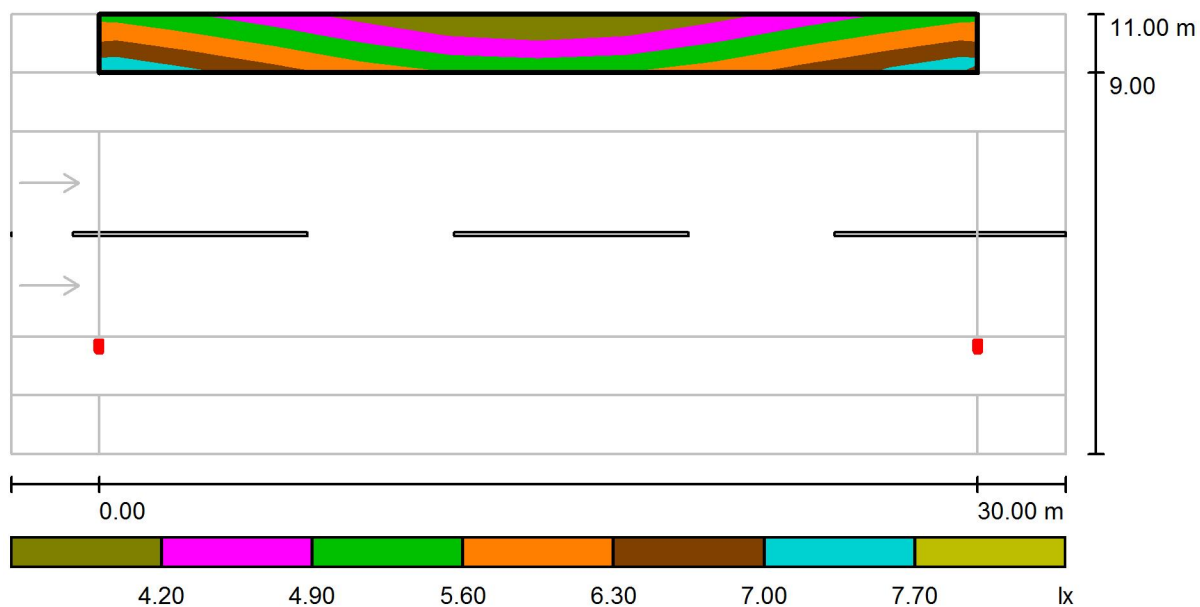
$E_{min} / E_m$   
0.723

$E_{min} / E_{max}$   
0.511

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Lisboa / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
5.25

$E_{min}$  [lx]  
3.59

$E_{max}$  [lx]  
7.11

$E_{min} / E_m$   
0.684

$E_{min} / E_{max}$   
0.506

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Berlín / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

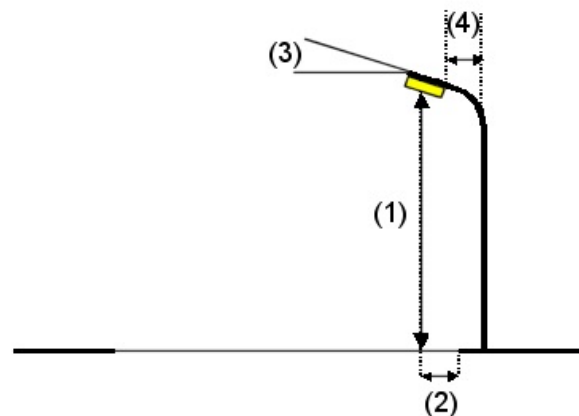
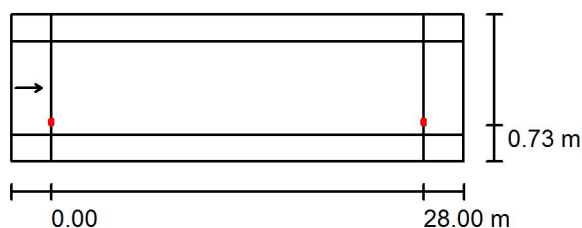
Camino peatonal 2 (Anchura: 2.000 m)

Calzada 1 (Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 1 (Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: Disano 3280 Rolle - T1  
Flujo luminoso (Luminaria): 6793 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6793 lm  
Potencia de las luminarias: 57.5 W  
Organización: unilateral abajo  
Distancia entre mástiles: 28.000 m  
Altura de montaje (1): 9.000 m  
Altura del punto de luz: 9.022 m  
Saliente sobre la calzada (2): 1.000 m  
Inclinación del brazo (3): 0.0 °  
Longitud del brazo (4): 2.000 m

Disano 3280 14 LED - T1 -350mA CLD CELL plata est.

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 366 cd/klm

con 80°: 32 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

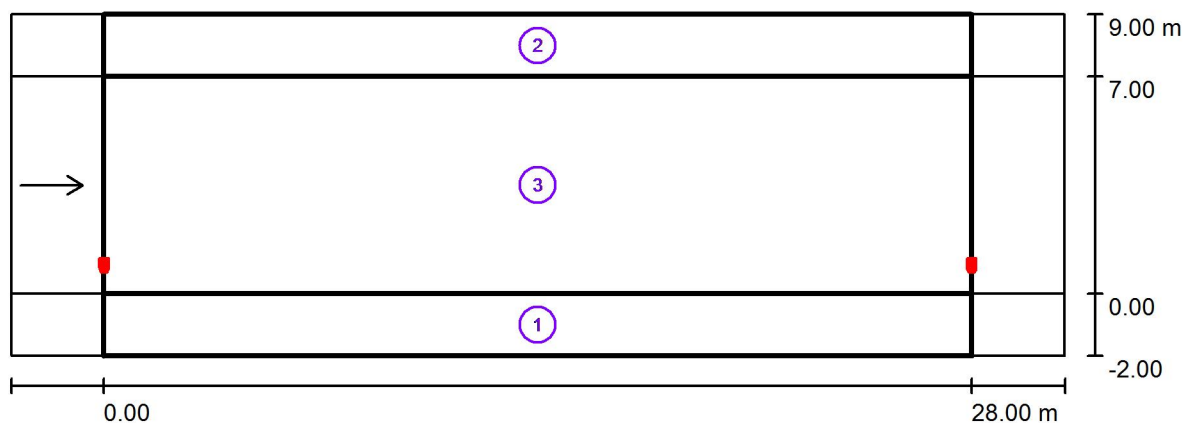
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Berlín / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:244

### Lista del recuadro de evaluación

#### 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$  [lx]

9.39

$\geq 7.50$



$E_{min}$  [lx]

6.00

$\geq 1.50$



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Berlín / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$  [lx]

9.00

$\geq 7.50$



$E_{min}$  [lx]

6.39

$\geq 1.50$



#### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 28.000 m, Anchura: 7.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]

0.83

$\geq 0.75$



U0

0.65

$\geq 0.40$



UI

0.89

$\geq 0.50$



TI [%]

6

$\leq 15$



SR

0.61

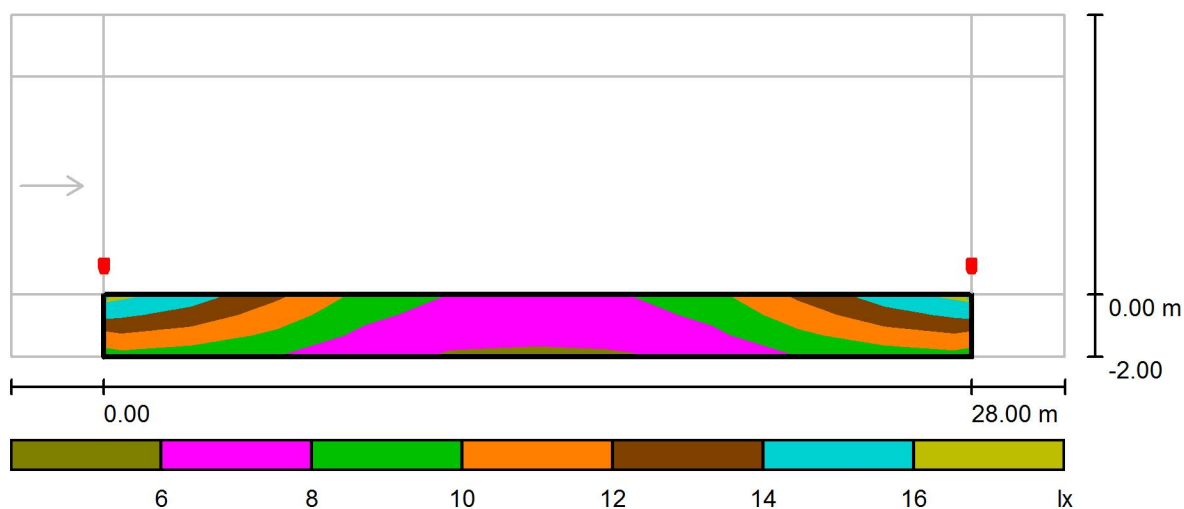
$\geq 0.50$



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Berlín / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.39

$E_{min}$  [lx]  
6.00

$E_{max}$  [lx]  
15

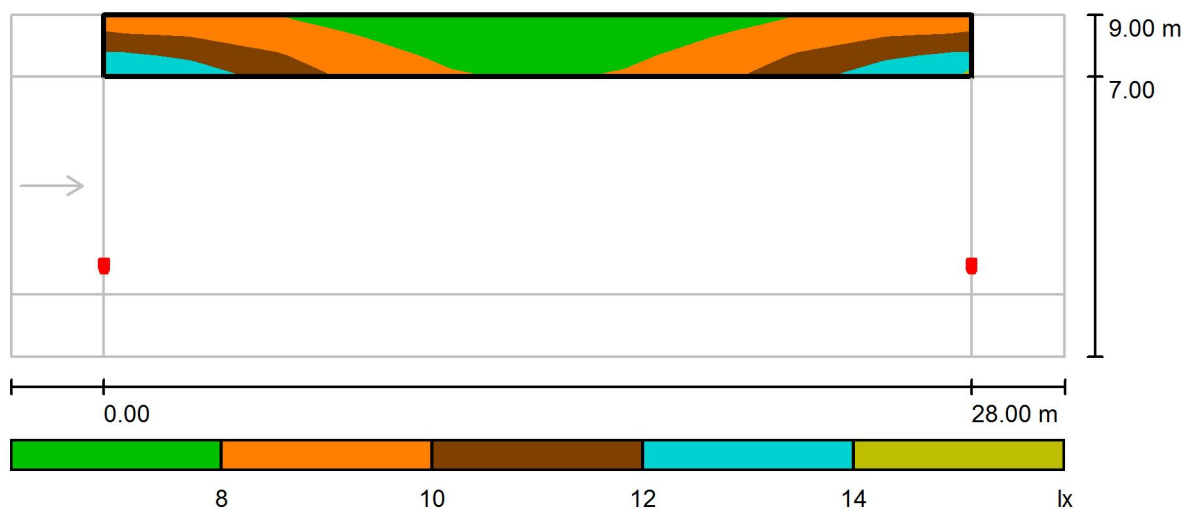
$E_{min} / E_m$   
0.639

$E_{min} / E_{max}$   
0.398

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Berlín / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.00

$E_{min}$  [lx]  
6.39

$E_{max}$  [lx]  
13

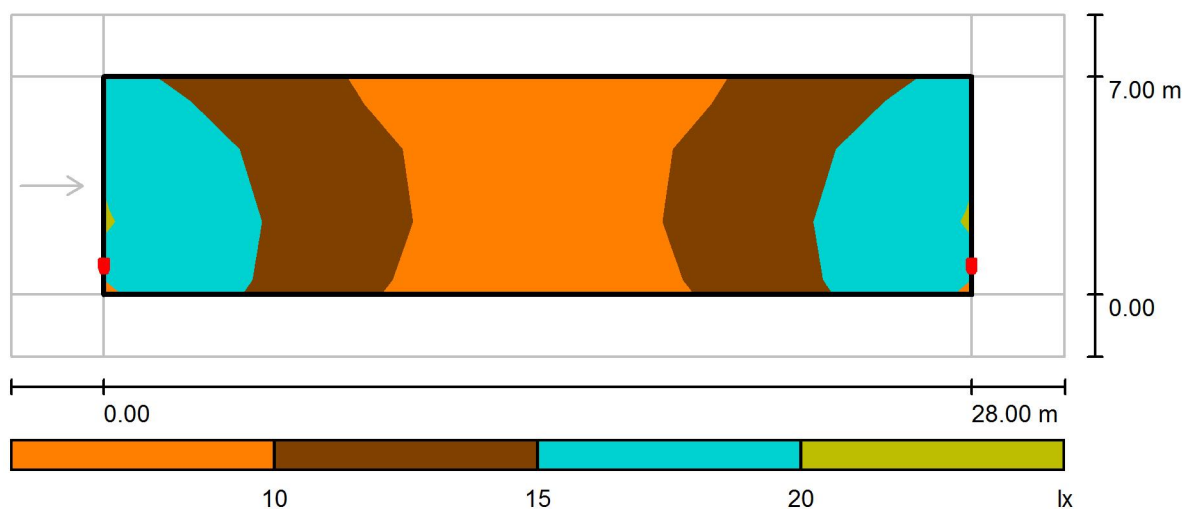
$E_{min} / E_m$   
0.710

$E_{min} / E_{max}$   
0.487

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Berlín / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
13

$E_{min}$  [lx]  
8.31

$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.649

$E_{min} / E_{max}$   
0.428



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

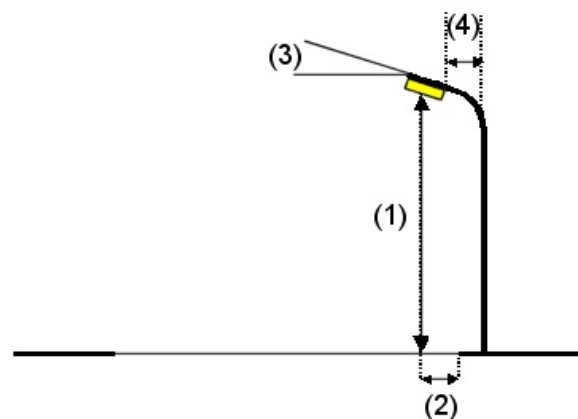
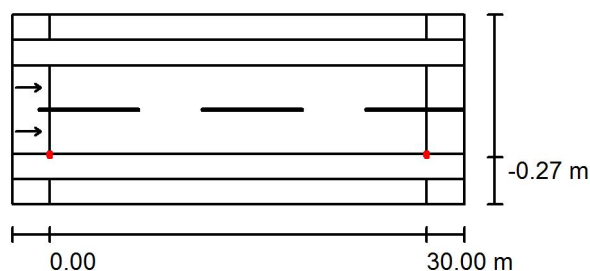
## Calle Roma Tramo 1 / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -350mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	6954 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	6954 lm
Potencia de las luminarias:	58.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.954 m
Altura del punto de luz:	9.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°:	396 cd/klm
con 80°:	33 cd/klm
con 90°:	3.37 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

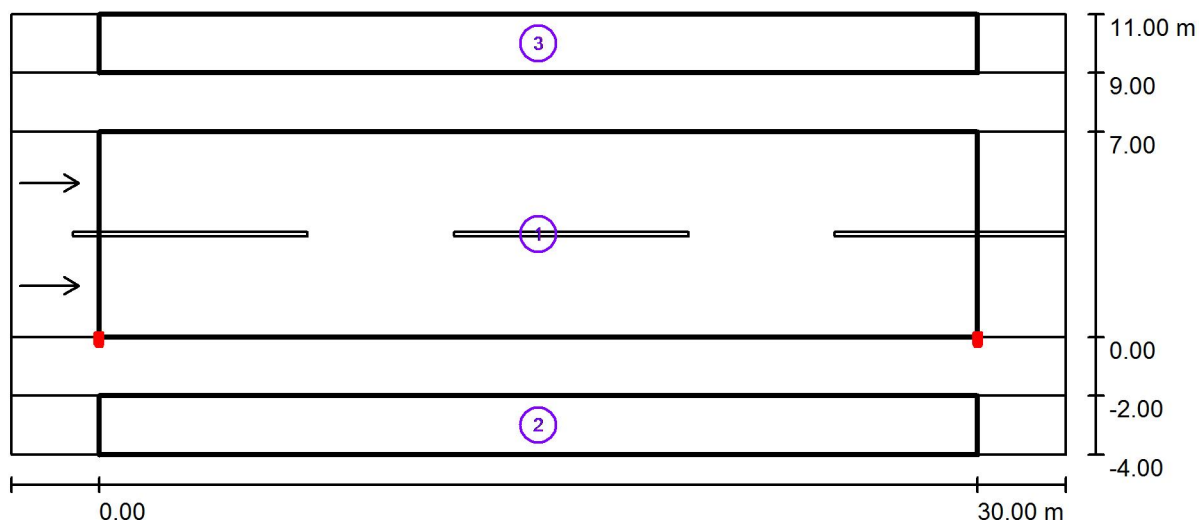
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:258

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 10 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.78	0.61	0.74	6	0.59
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 1 / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

6.45

$E_{min}$  [lx]

4.76

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

Cumplido/No cumplido:



#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

5.00

$E_{min}$  [lx]

3.70

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

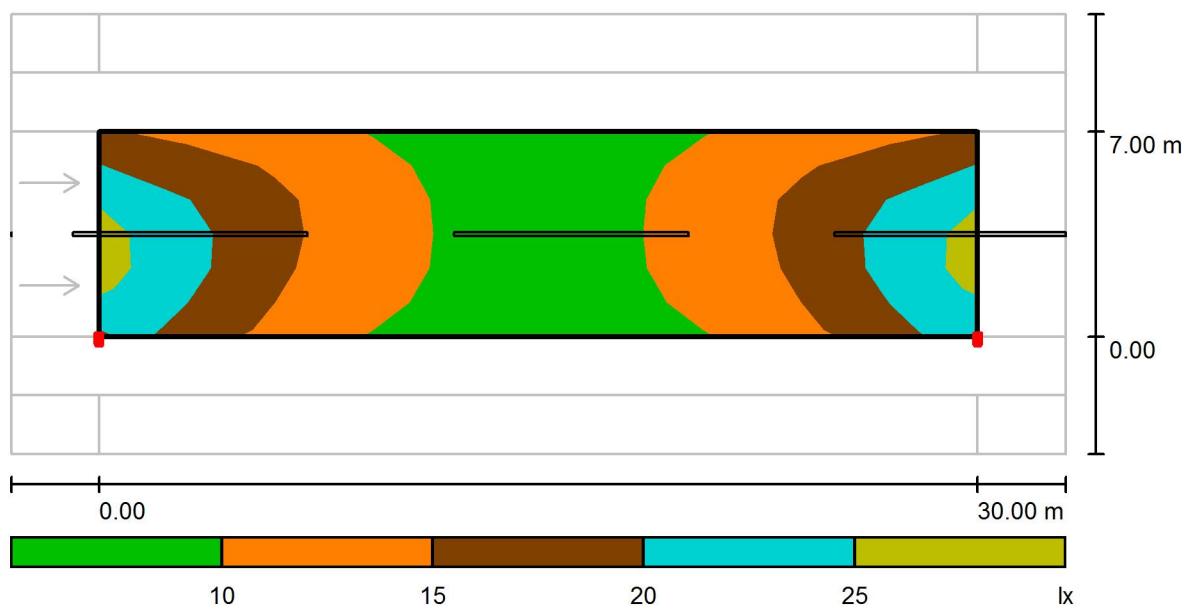
Cumplido/No cumplido:



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Roma Tramo 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
14

$E_{min}$  [lx]  
8.08

$E_{max}$  [lx]  
25

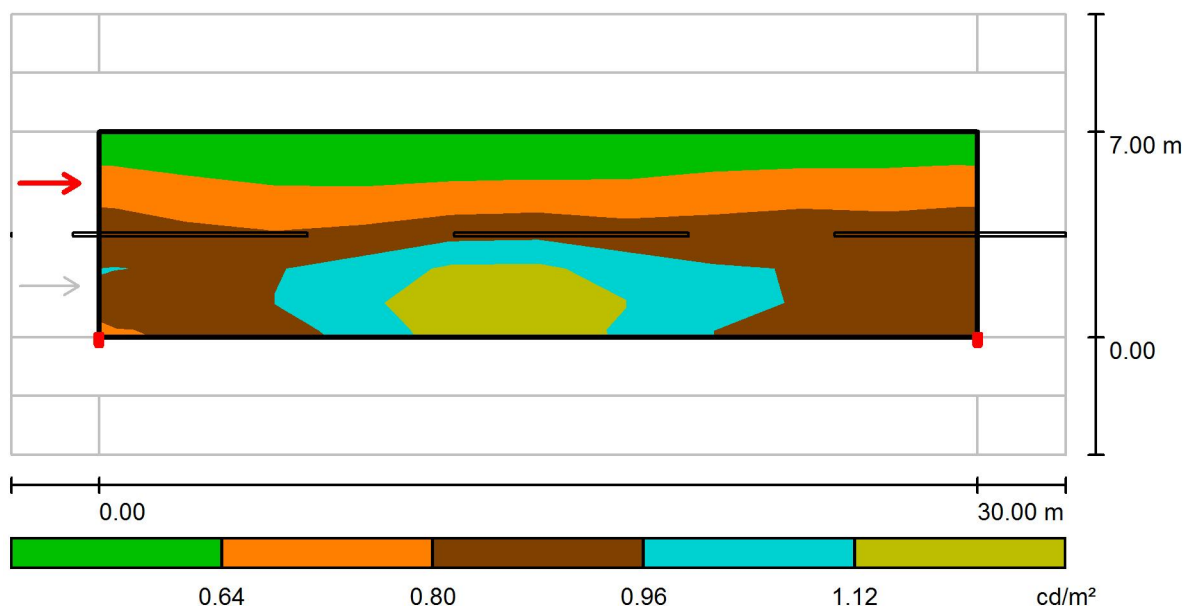
$E_{min} / E_m$   
0.570

$E_{min} / E_{max}$   
0.327

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Gama de grises (L)



Escala 1 : 258

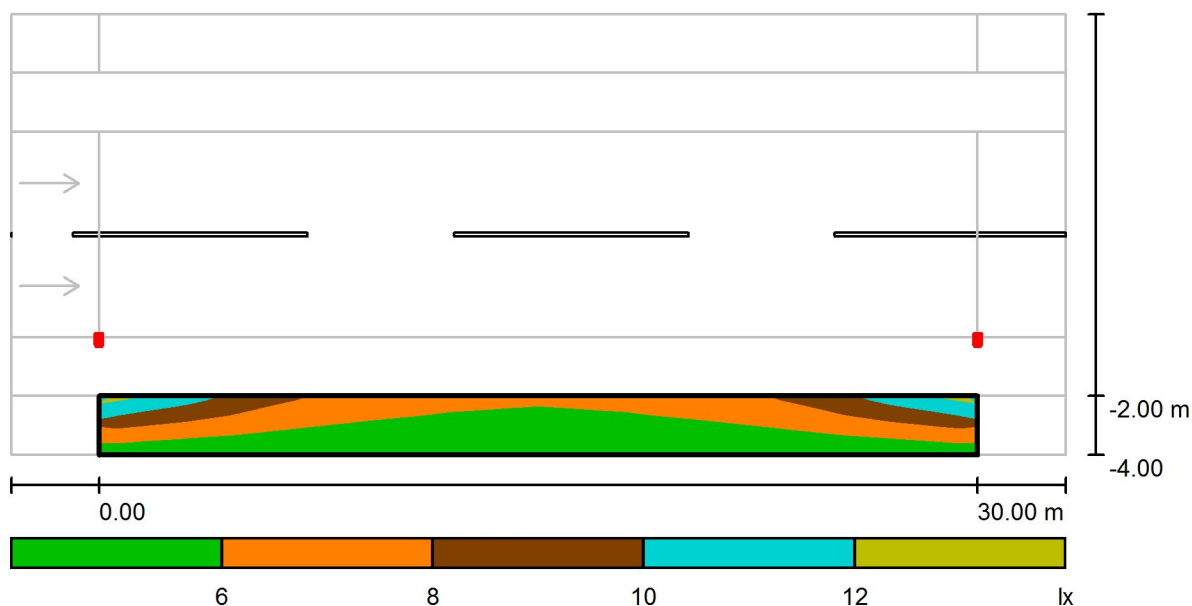
Trama: 10 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.84	0.61	0.86	4
Valores de consigna según clase ME4b:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
6.45

$E_{min}$  [lx]  
4.76

$E_{max}$  [lx]  
11

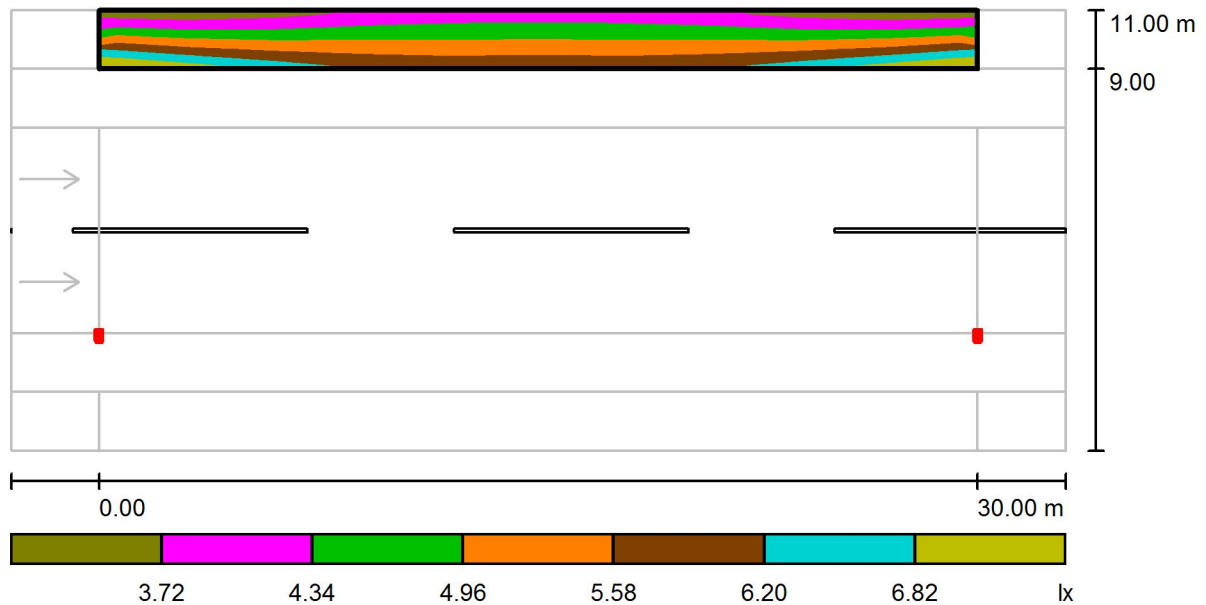
$E_{min} / E_m$   
0.739

$E_{min} / E_{max}$   
0.434

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 1 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
5.00

$E_{min}$  [lx]  
3.70

$E_{max}$  [lx]  
6.82

$E_{min} / E_m$   
0.740

$E_{min} / E_{max}$   
0.543

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

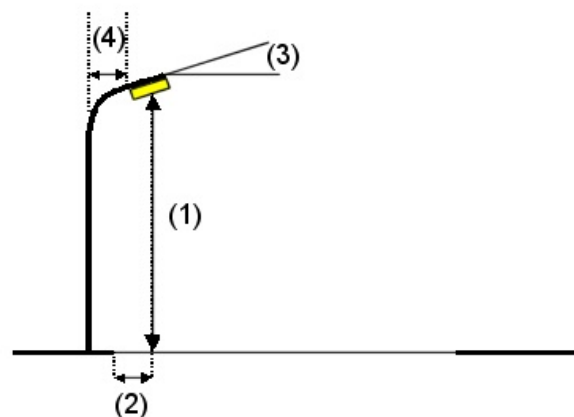
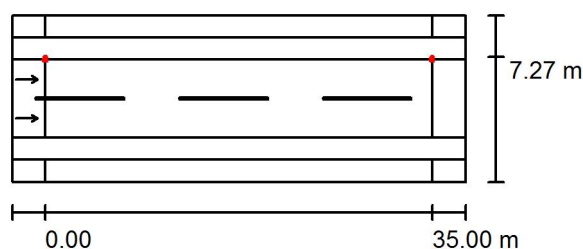
## Calle Roma Tramo 2 / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



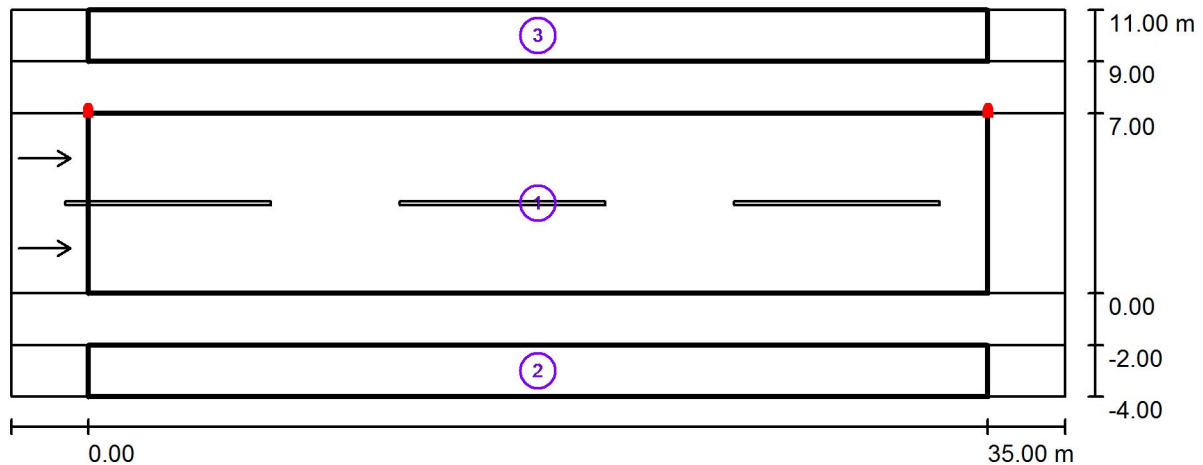
Luminaria:	Disano 3280 Rolle - T1	Disano 3280 14 LED - T1 -530mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	9264 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	9264 lm	con 70°: 390 cd/klm
Potencia de las luminarias:	89.0 W	con 80°: 70 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 3.82 cd/klm
Distancia entre mástiles:	35.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura de montaje (1):	8.954 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.
Altura del punto de luz:	9.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Inclinación del brazo (3):	5.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.000 m	



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 2 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:294

### Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 35.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 12 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.80	0.54	0.70	9	0.64
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 2 / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 35.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

6.02

$E_{min}$  [lx]

4.34

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

Cumplido/No cumplido:



#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 35.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

6.52

$E_{min}$  [lx]

4.11

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

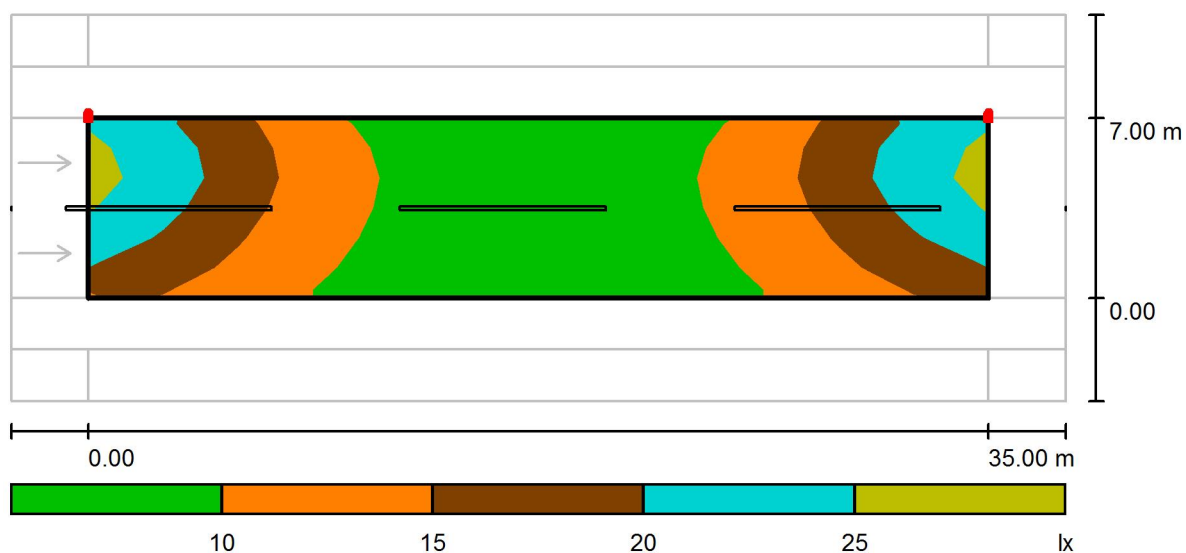
Cumplido/No cumplido:



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Roma Tramo 2 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 294

Trama: 12 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
13

$E_{min}$  [lx]  
6.68

$E_{max}$  [lx]  
25

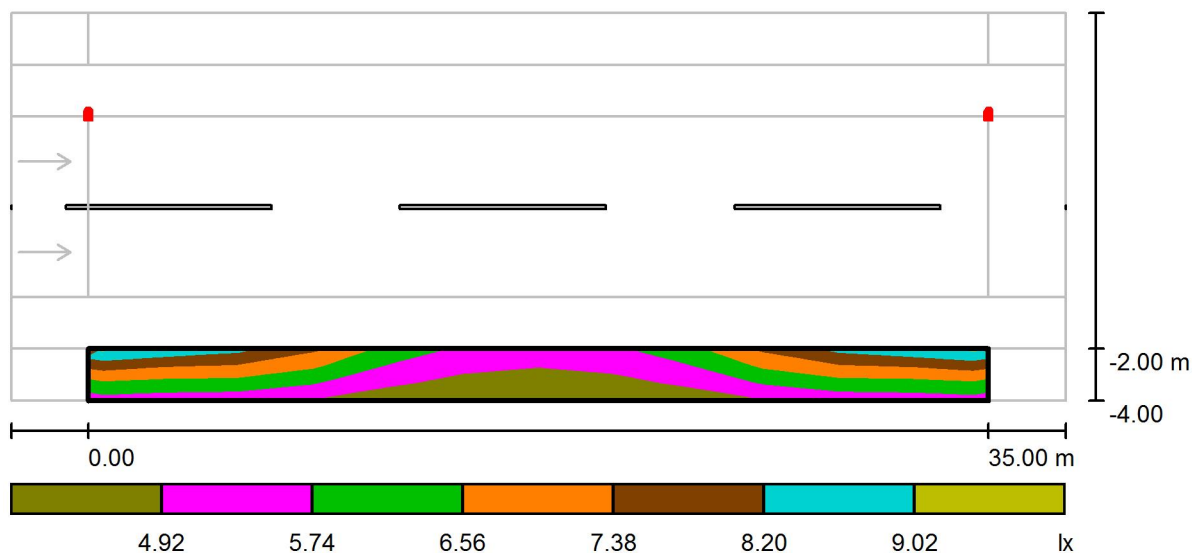
$E_{min} / E_m$   
0.503

$E_{min} / E_{max}$   
0.264

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 2 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 294

Trama: 12 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
6.02

$E_{min}$  [lx]  
4.34

$E_{max}$  [lx]  
8.41

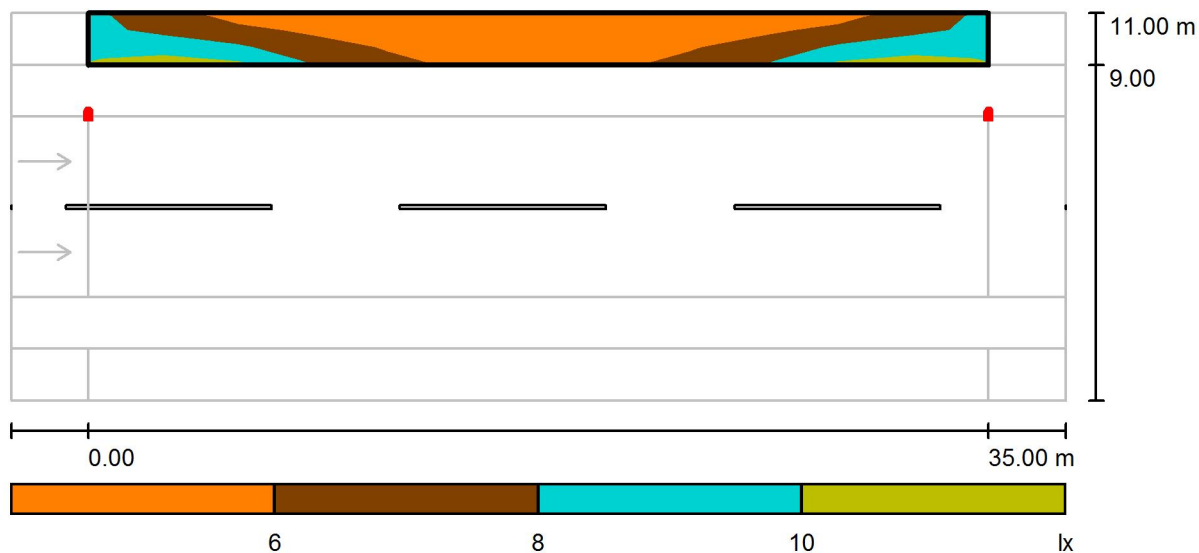
$E_{min} / E_m$   
0.720

$E_{min} / E_{max}$   
0.515

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Roma Tramo 2 / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 294

Trama: 12 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
6.52

$E_{min}$  [lx]  
4.11

$E_{max}$  [lx]  
10

$E_{min} / E_m$   
0.631

$E_{min} / E_{max}$   
0.395

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

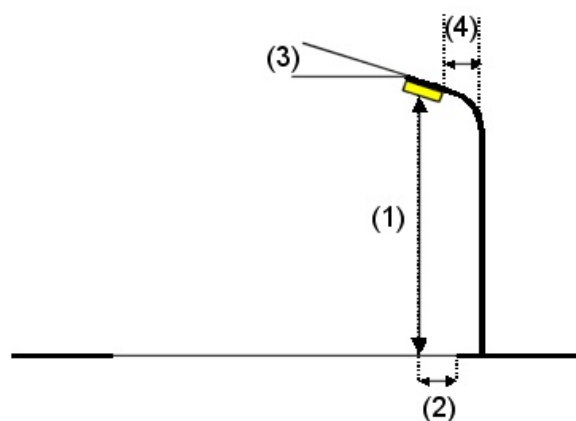
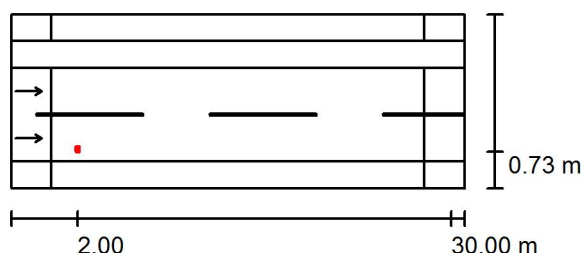
## Calle Bruselas / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 10 LED - T2 -530mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	6679 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	6679 lm
Potencia de las luminarias:	64.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	28.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.046 m
Saliente sobre la calzada (2):	1.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica	
con 70°:	414 cd/klm
con 80°:	58 cd/klm
con 90°:	3.33 cd/klm

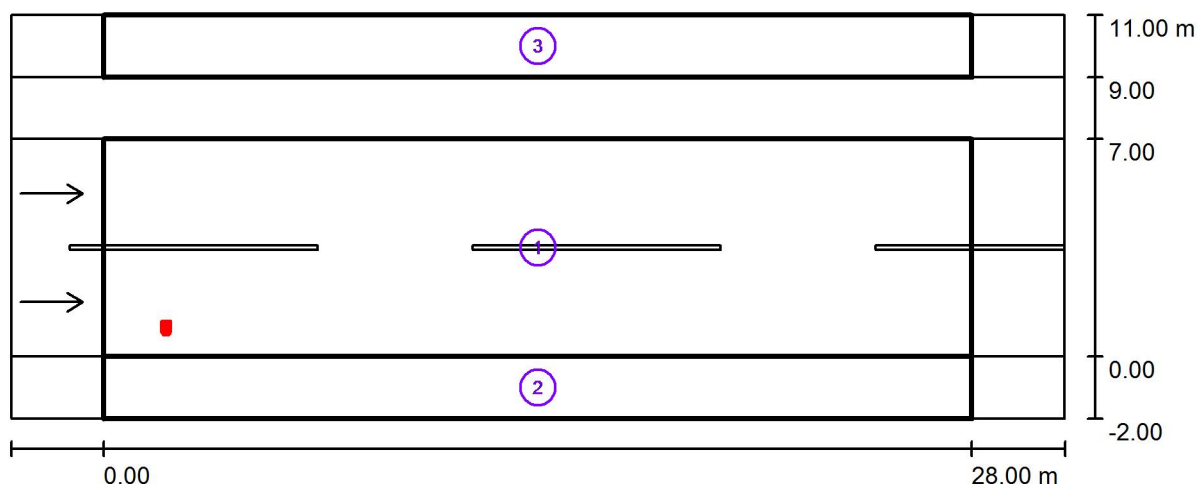
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Bruselas / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:244

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 28.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 10 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.82	0.56	0.78	6	0.50
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Bruselas / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

6.84

$E_{min}$  [lx]

4.54

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

Cumplido/No cumplido:



#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 28.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

5.26

$E_{min}$  [lx]

3.87

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

Cumplido/No cumplido:

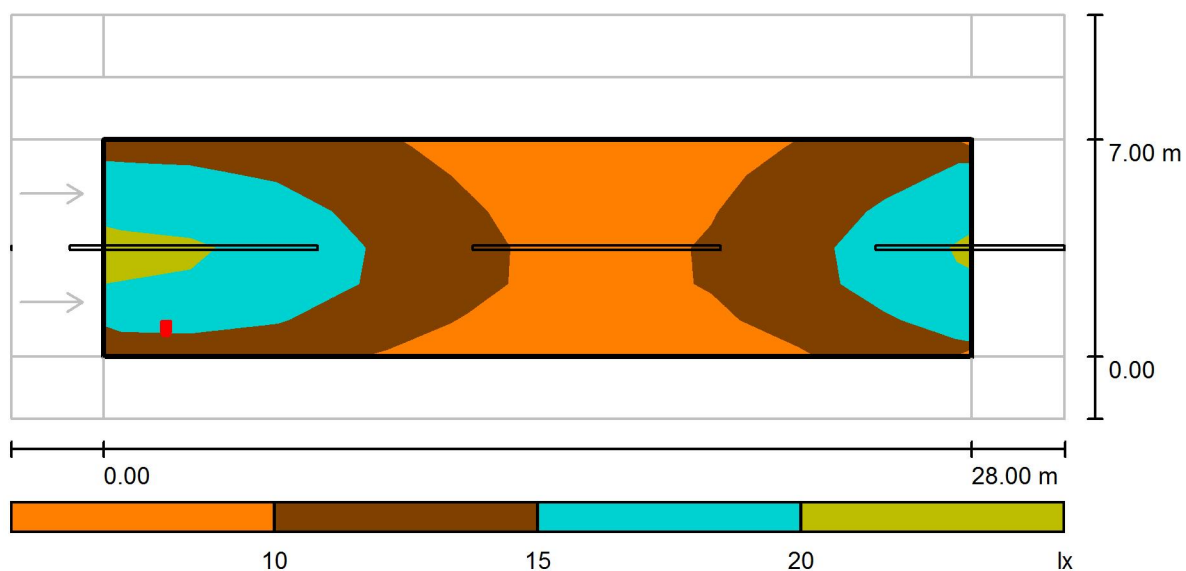




Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Bruselas / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
13

$E_{min}$  [lx]  
7.27

$E_{max}$  [lx]  
21

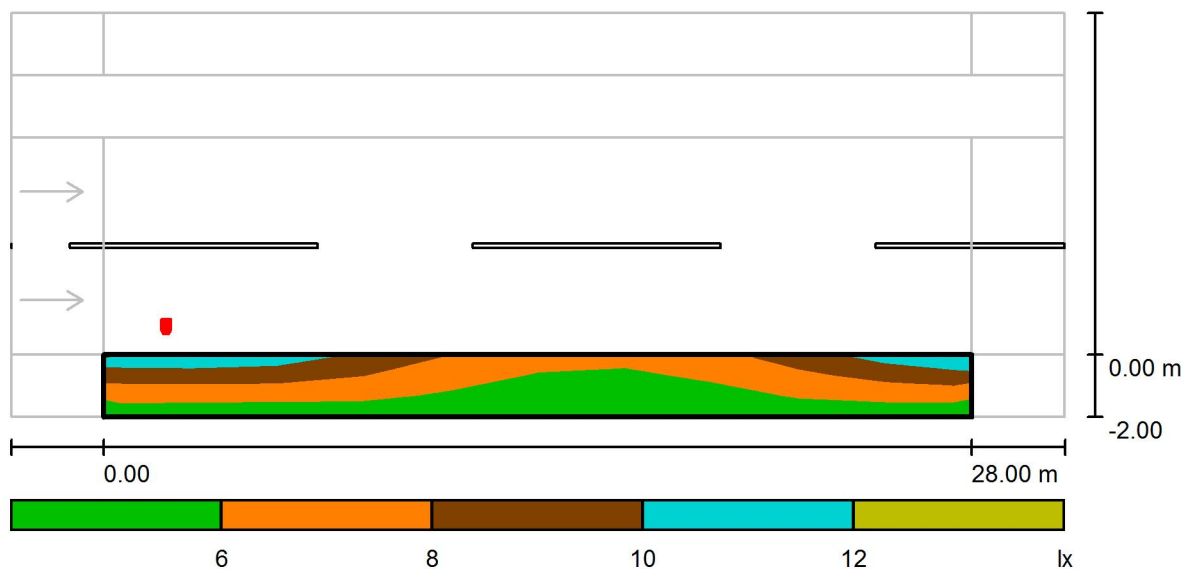
$E_{min} / E_m$   
0.565

$E_{min} / E_{max}$   
0.341

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Bruselas / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
6.84

$E_{min}$  [lx]  
4.54

$E_{max}$  [lx]  
11

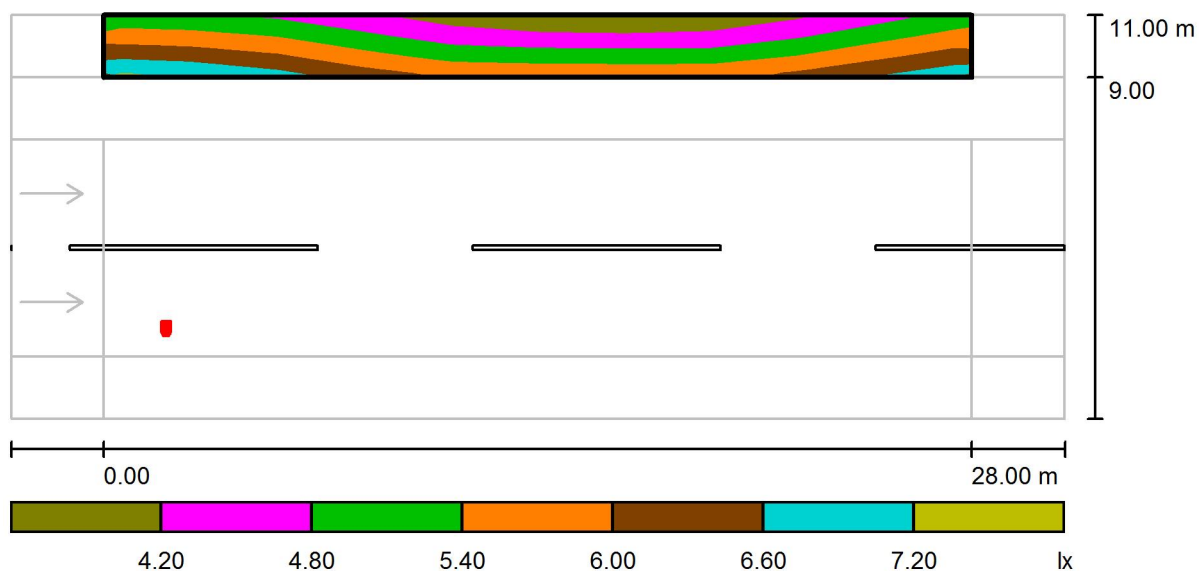
$E_{min} / E_m$   
0.664

$E_{min} / E_{max}$   
0.432

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Bruselas / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 244

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
5.26

$E_{min}$  [lx]  
3.87

$E_{max}$  [lx]  
6.89

$E_{min} / E_m$   
0.735

$E_{min} / E_{max}$   
0.561

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

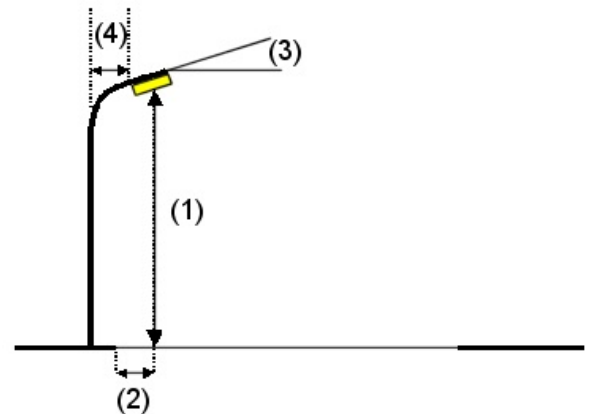
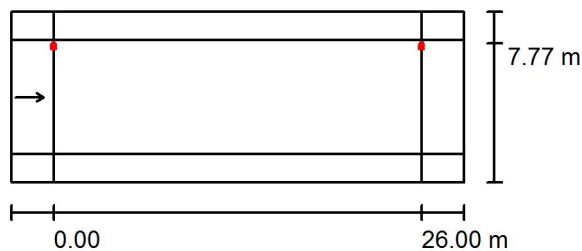
## Calle Ámsterdam / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2 (Anchura: 2.000 m)  
Calzada 1 (Anchura: 8.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)  
Camino peatonal 1 (Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -350mA CLD CELL plata est.  
Flujo luminoso (Luminaria): 6954 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6954 lm  
Potencia de las luminarias: 58.0 W  
Organización: unilateral arriba  
Distancia entre mástiles: 26.000 m  
Altura de montaje (1): 9.000 m  
Altura del punto de luz: 9.069 m  
Saliente sobre la calzada (2): 0.500 m  
Inclinación del brazo (3): 10.0 °  
Longitud del brazo (4): 2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 471 cd/klm  
con 80°: 79 cd/klm  
con 90°: 6.94 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

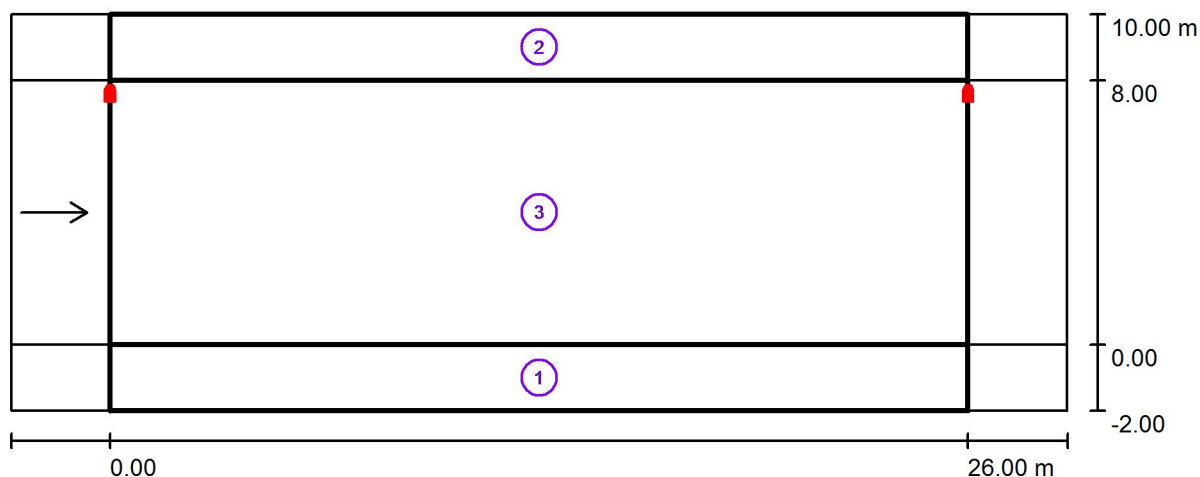
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Ámsterdam / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:229

### Lista del recuadro de evaluación

#### 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$  [lx]

10.39

$\geq 7.50$

✓

$E_{min}$  [lx]

7.60

$\geq 1.50$

✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Ámsterdam / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$  [lx]

9.55

$\geq 7.50$

✓

$E_{min}$  [lx]

6.94

$\geq 1.50$

✓

#### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 8.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]

0.89

$\geq 0.75$

✓

U0

0.63

$\geq 0.40$

✓

UI

0.90

$\geq 0.50$

✓

TI [%]

5

$\leq 15$

✓

SR

0.52

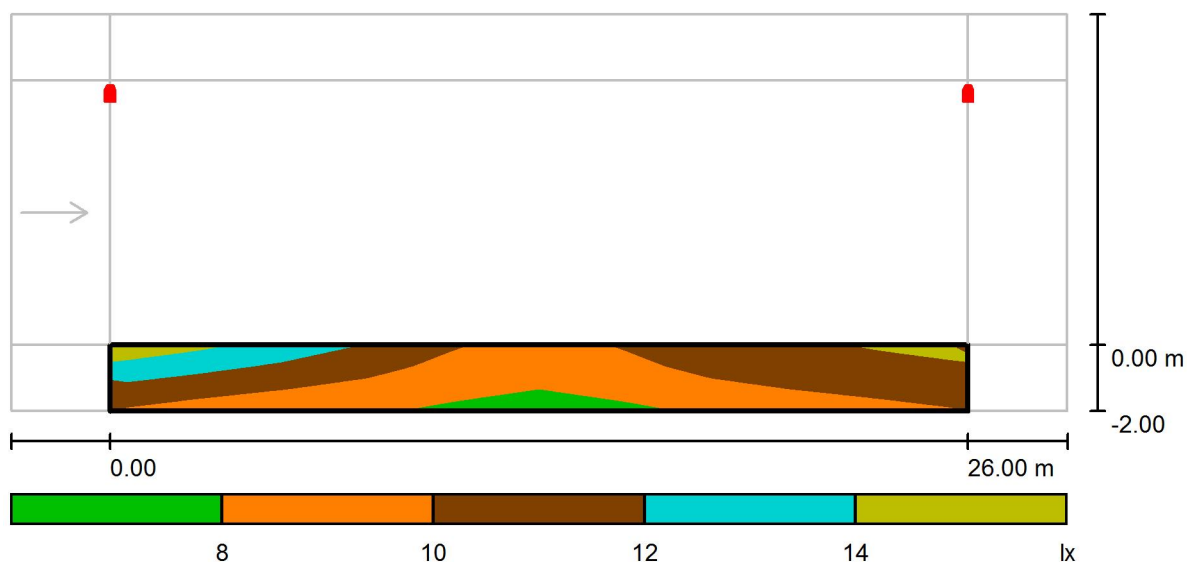
$\geq 0.50$

✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Ámsterdam / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
7.60

$E_{max}$  [lx]  
14

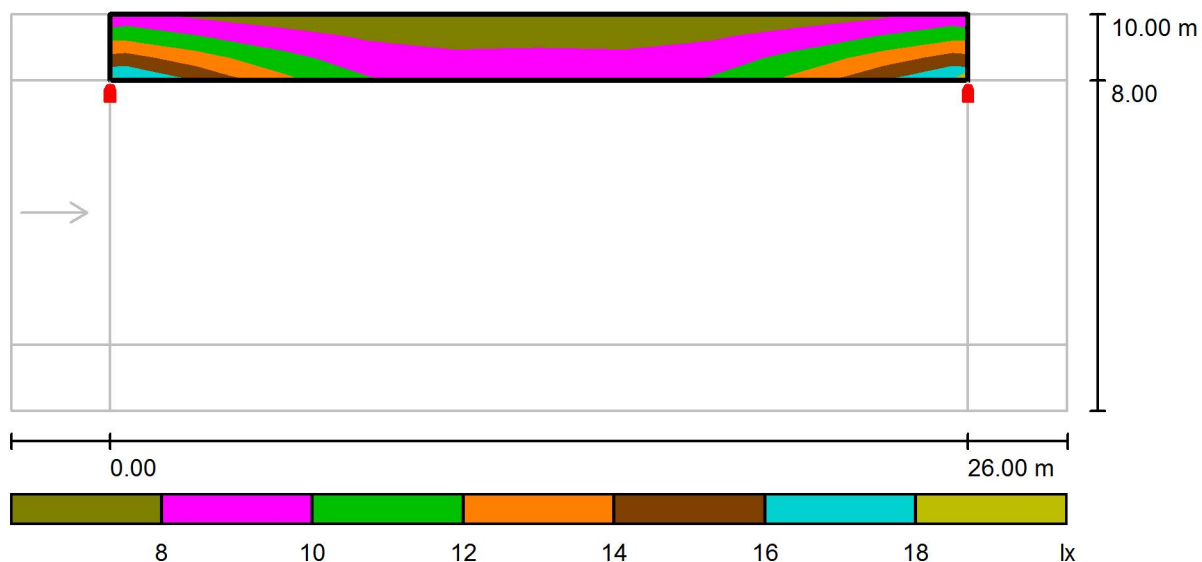
$E_{min} / E_m$   
0.731

$E_{min} / E_{max}$   
0.536

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Ámsterdam / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.55

$E_{min}$  [lx]  
6.94

$E_{max}$  [lx]  
16

$E_{min} / E_m$   
0.727

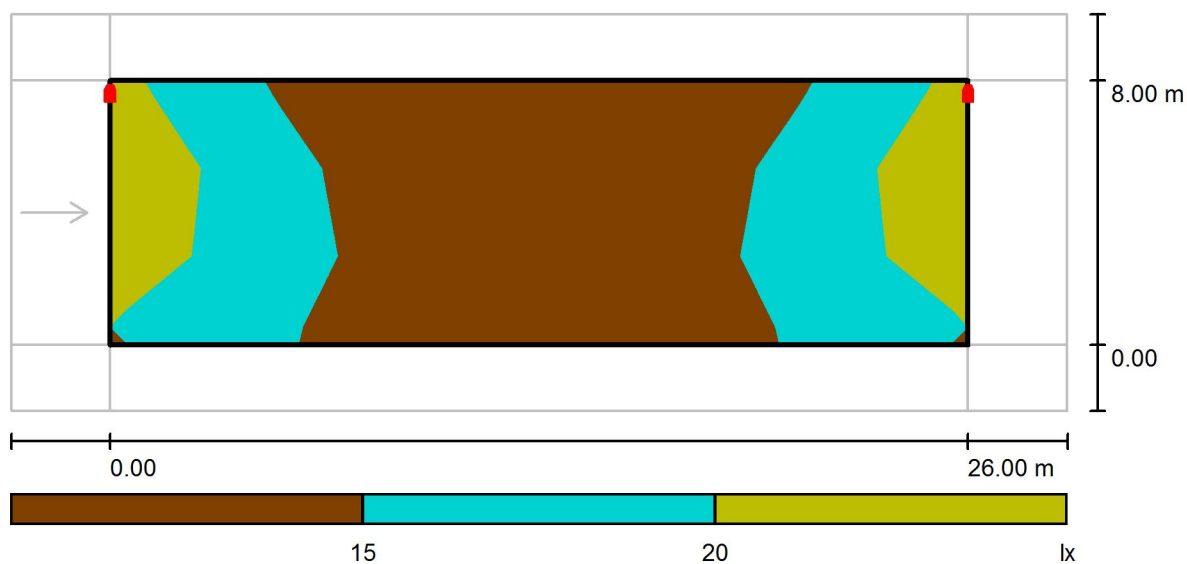
$E_{min} / E_{max}$   
0.436



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Ámsterdam / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
15

$E_{min}$  [lx]  
10

$E_{max}$  [lx]  
23

$E_{min} / E_m$   
0.662

$E_{min} / E_{max}$   
0.432

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Atenas / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

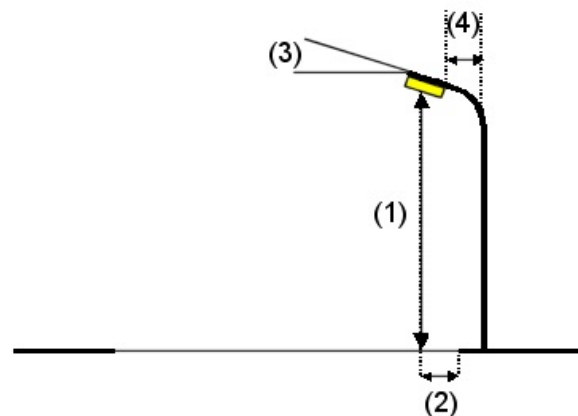
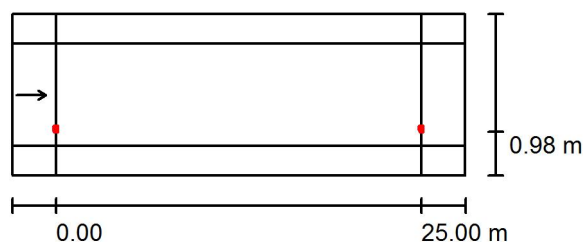
Camino peatonal 2 (Anchura: 2.000 m)

Calzada 1 (Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 1 (Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria: Disano 3280 Rolle - T1  
Flujo luminoso (Luminaria): 6793 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 6793 lm  
Potencia de las luminarias: 57.5 W  
Organización: unilateral abajo  
Distancia entre mástiles: 25.000 m  
Altura de montaje (1): 9.000 m  
Altura del punto de luz: 9.022 m  
Saliente sobre la calzada (2): 1.250 m  
Inclinación del brazo (3): 0.0 °  
Longitud del brazo (4): 2.000 m

Disano 3280 14 LED - T1 -350mA CLD CELL plata est.

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 366 cd/klm

con 80°: 32 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

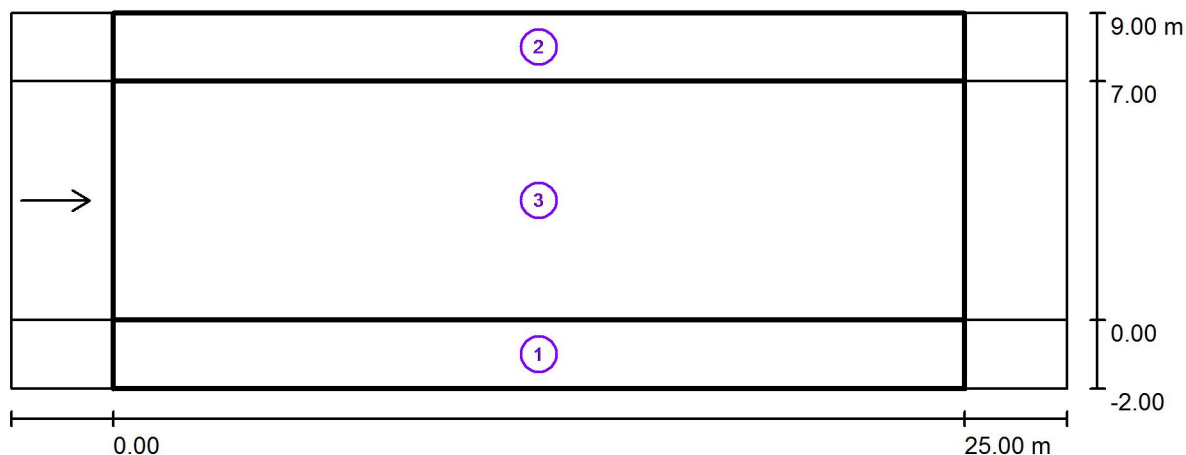
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Atenas / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:222

### Lista del recuadro de evaluación

#### 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 25.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$  [lx]

9.92

$\geq 7.50$



$E_{min}$  [lx]

6.78

$\geq 1.50$



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Atenas / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 25.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	10.51	7.89
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 25.000 m, Anchura: 7.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

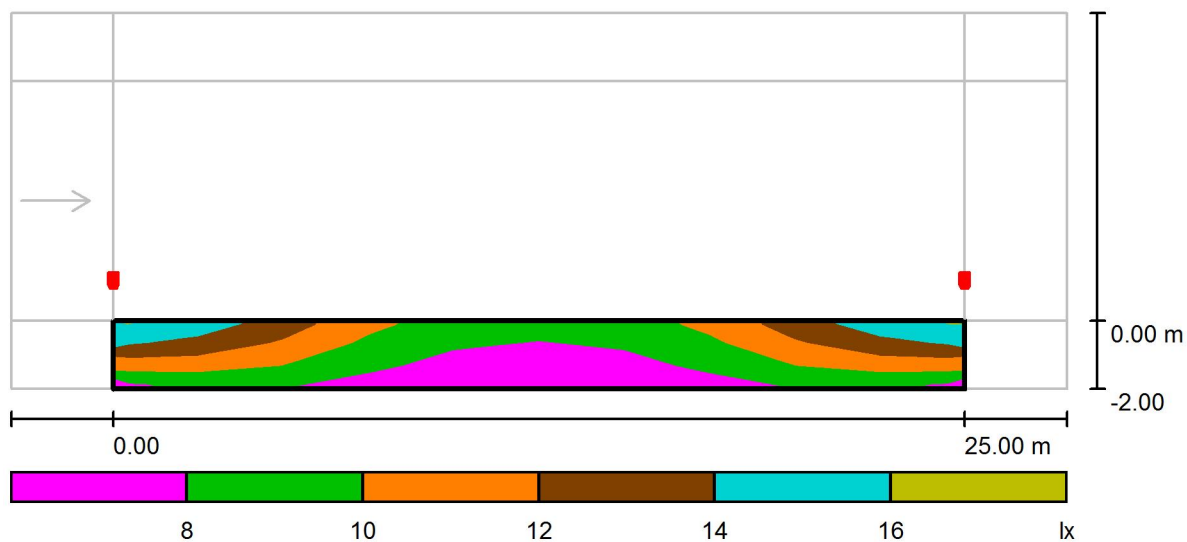
Clase de iluminación seleccionada: ME4b (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.94	0.66	0.84	6	0.61
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Atenas / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 222

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
9.92

$E_{min}$  [lx]  
6.78

$E_{max}$  [lx]  
15

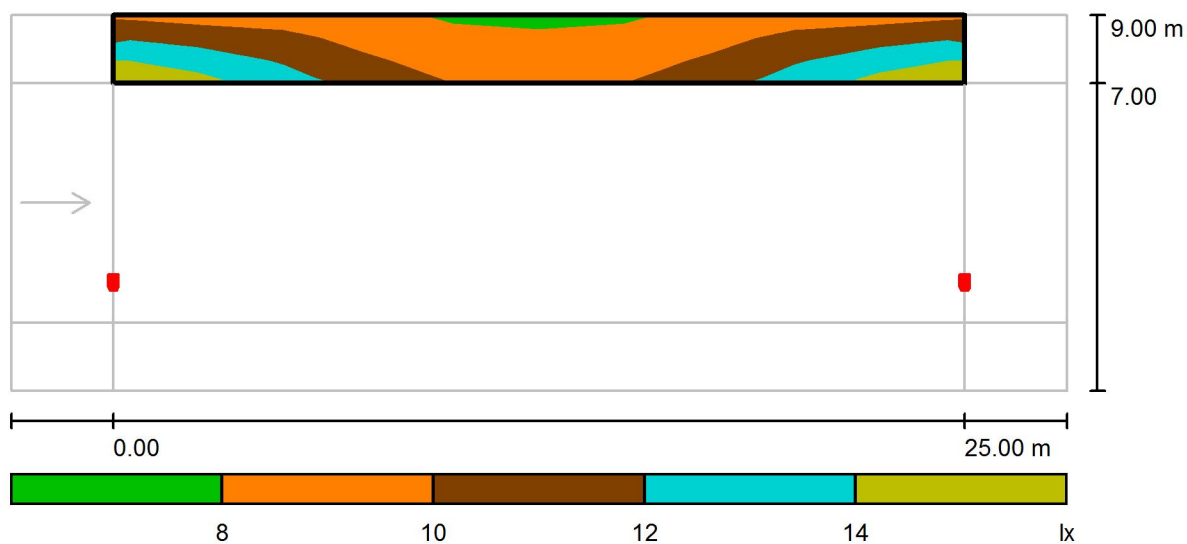
$E_{min} / E_m$   
0.683

$E_{min} / E_{max}$   
0.452

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Atenas / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 222

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
11

$E_{min}$  [lx]  
7.89

$E_{max}$  [lx]  
15

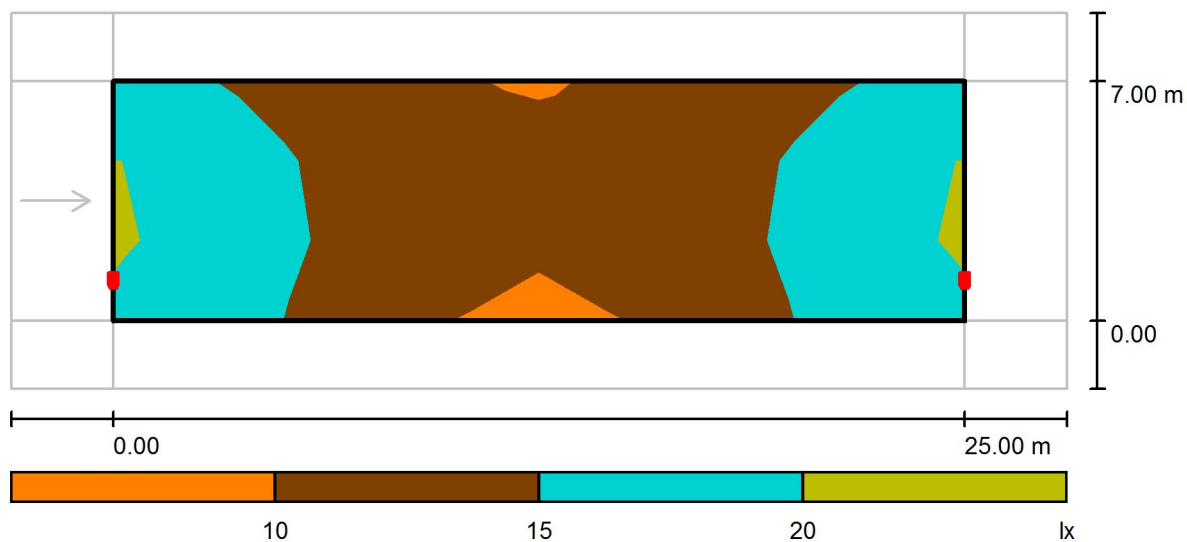
$E_{min} / E_m$   
0.751

$E_{min} / E_{max}$   
0.542

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Atenas / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 222

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
14

$E_{min}$  [lx]  
9.90

$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.690

$E_{min} / E_{max}$   
0.484

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

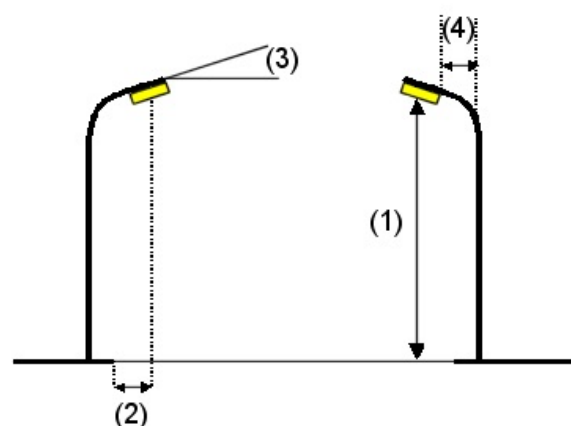
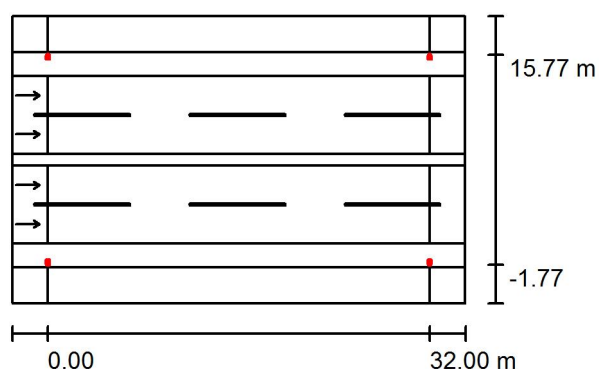
## Avenida Cerro Del Rubal / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 3.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 2	(Anchura: 6.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central 1	(Anchura: 1.000 m, Altura: 0.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.500 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -530mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	9465 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	9465 lm
Potencia de las luminarias:	89.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	32.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.069 m
Saliente sobre la calzada (2):	-1.500 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	0.000 m

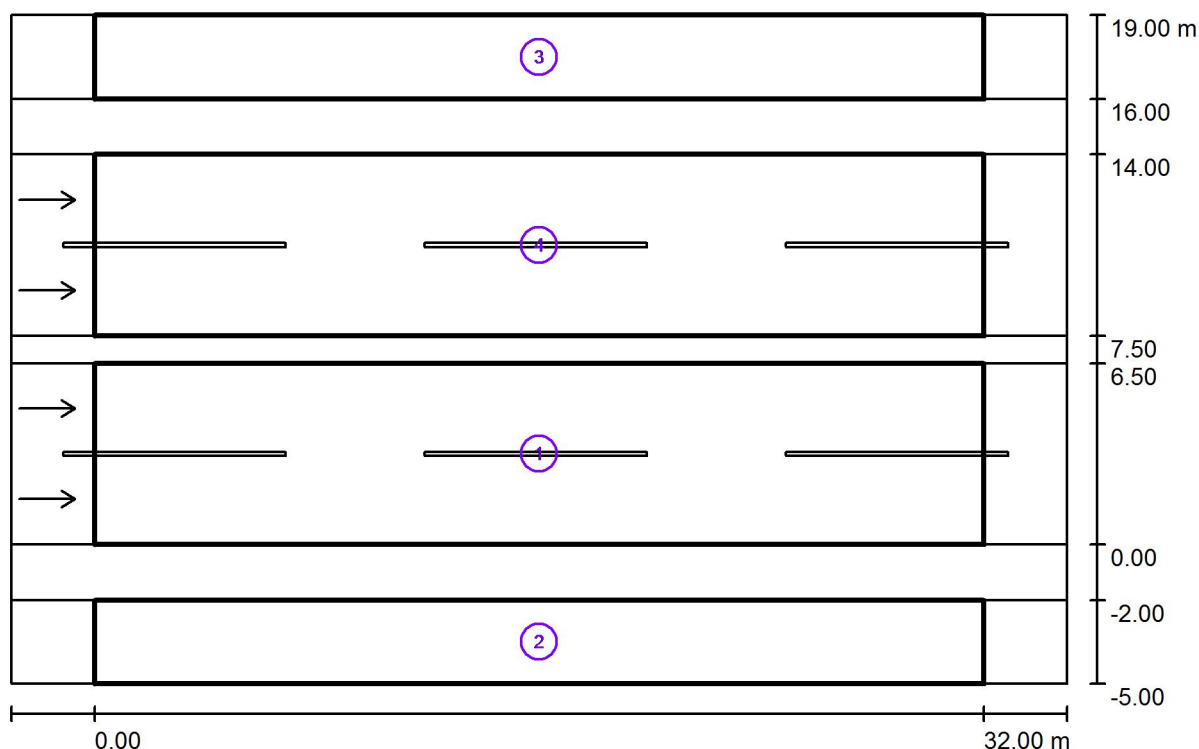
Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 471 cd/klm  
con 80°: 79 cd/klm  
con 90°: 6.94 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:272

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 32.000 m, Anchura: 6.500 m  
Trama: 11 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME3c

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.14	0.82	0.75	7	0.87
Valores de consigna según clase:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 32.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 11 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	10.14	6.45
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 32.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 11 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	10.14	6.45
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

#### 4 Recuadro de evaluación Calzada 2

Longitud: 32.000 m, Anchura: 6.500 m

Trama: 11 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.

Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

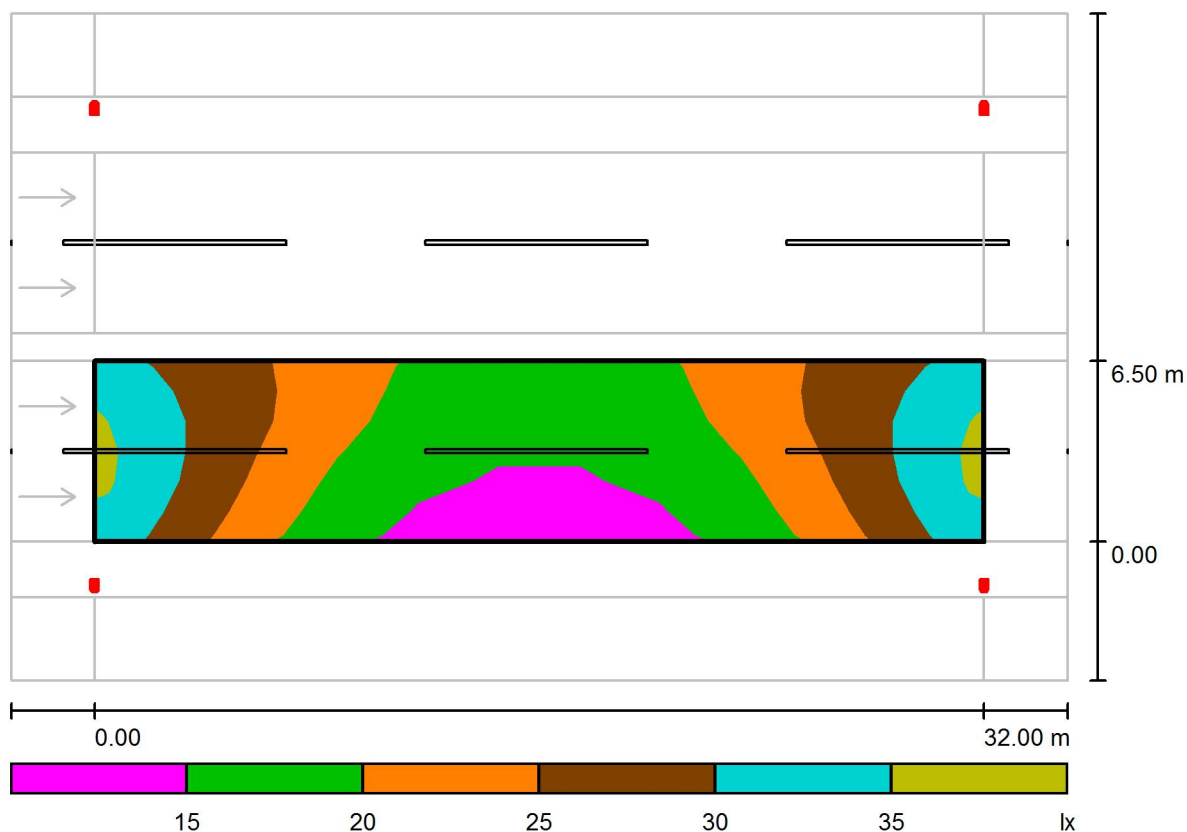
Clase de iluminación seleccionada: ME3c (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.14	0.82	0.75	7	0.87
Valores de consigna según clase:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 272

Trama: 11 x 6 Puntos

$E_m$  [lx]  
22

$E_{min}$  [lx]  
13

$E_{max}$  [lx]  
34

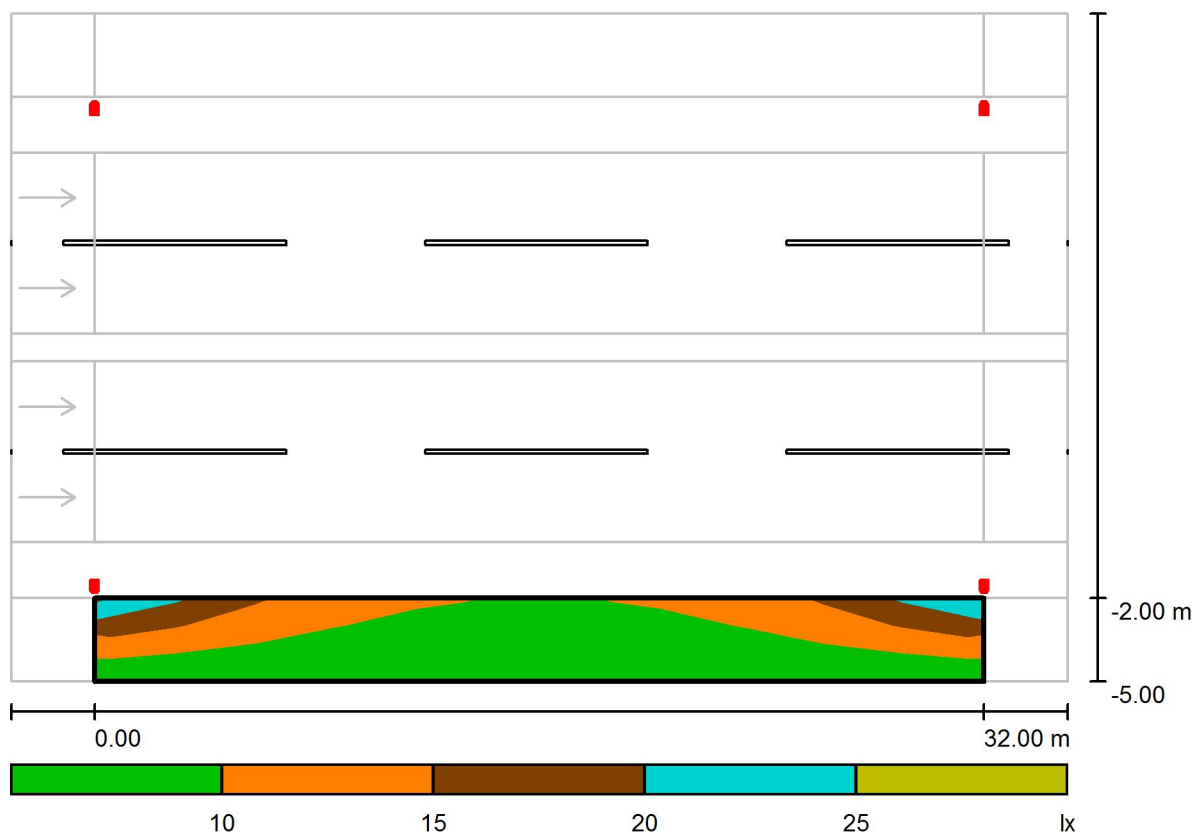
$E_{min} / E_m$   
0.600

$E_{min} / E_{max}$   
0.396

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 272

Trama: 11 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
6.45

$E_{max}$  [lx]  
20

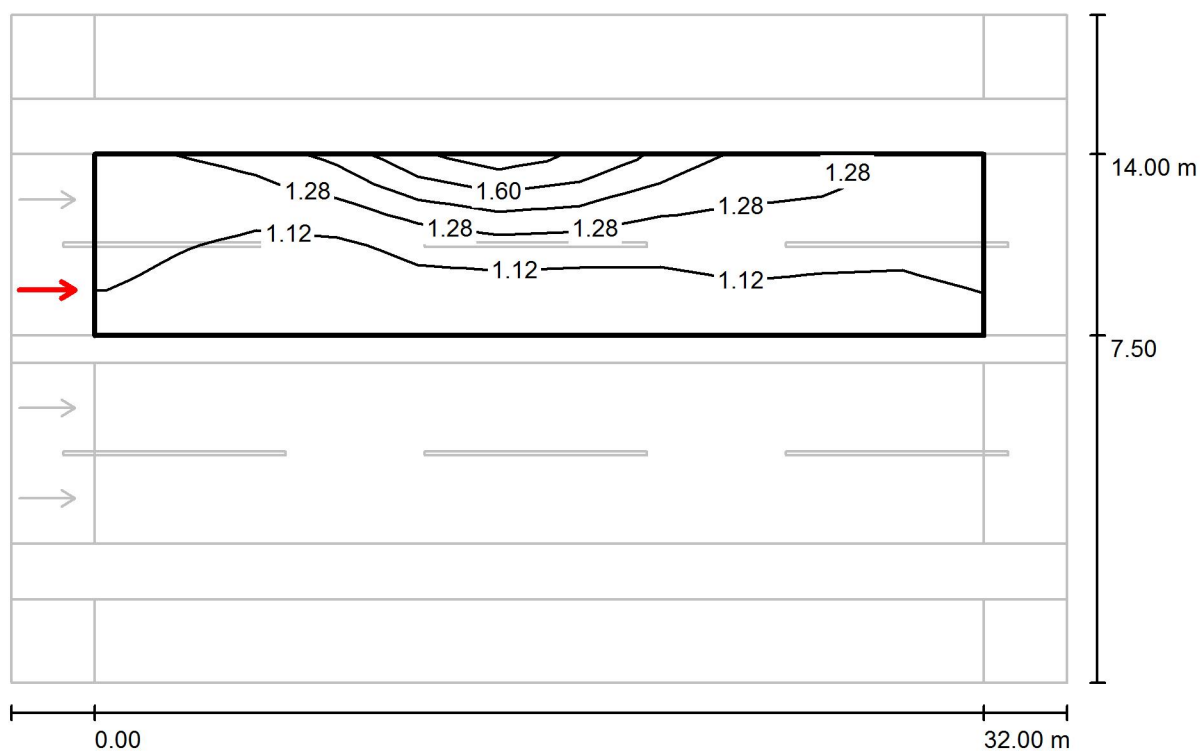
$E_{min} / E_m$   
0.636

$E_{min} / E_{max}$   
0.315

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 272

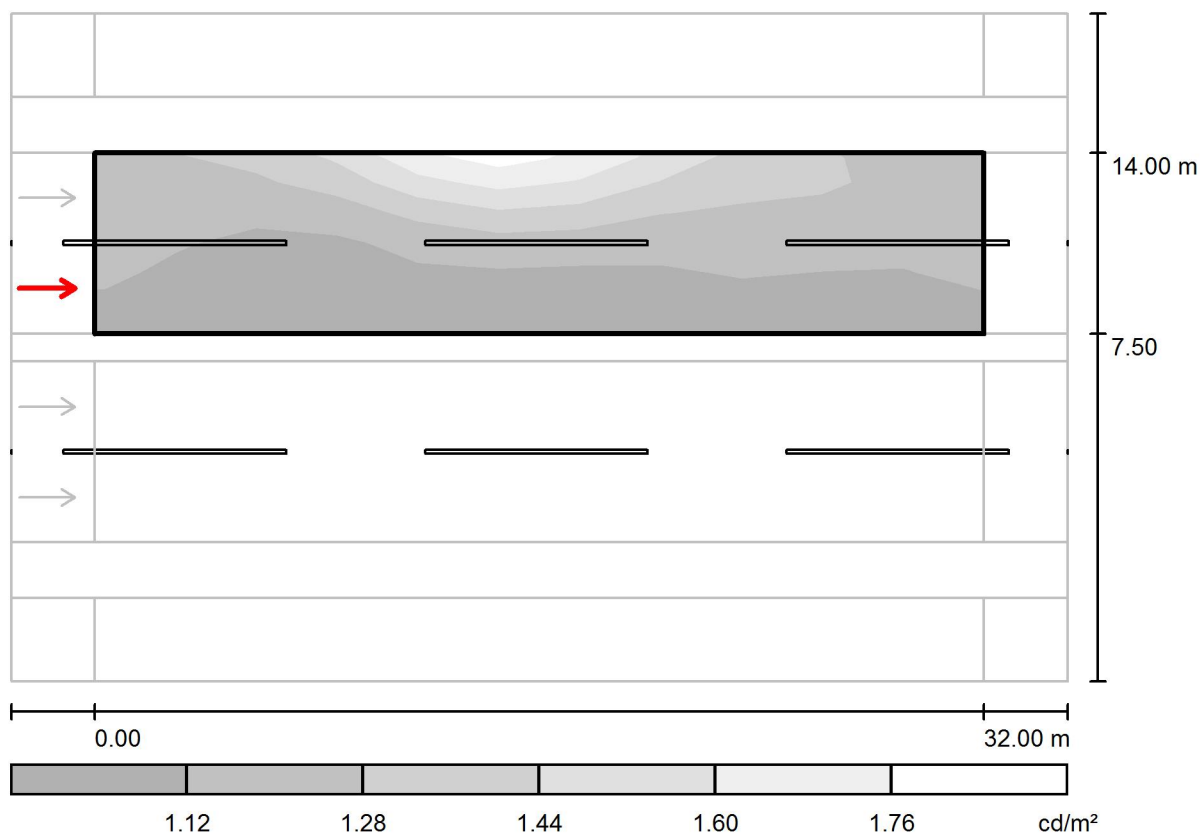
Trama: 11 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 9.125 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.20	0.82	0.94	7
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Gama de grises (L)



Escala 1 : 272

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 9.125 m, 1.500 m)

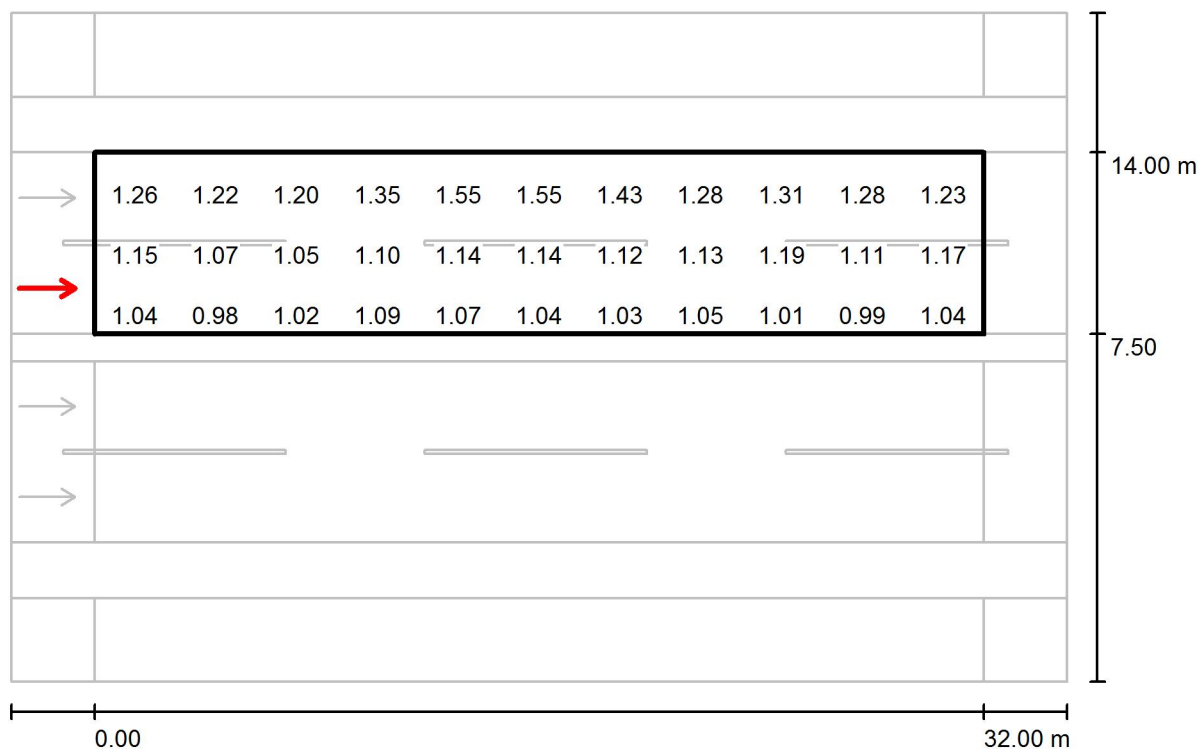
Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

	$L_m$ [ $\text{cd/m}^2$ ]	$U_0$	$U_I$	$TI$ [%]
Valores reales según cálculo:	1.20	0.82	0.94	7
Valores de consigna según clase ME3c:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Gráfico de valores (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 272

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 9.125 m, 1.500 m)

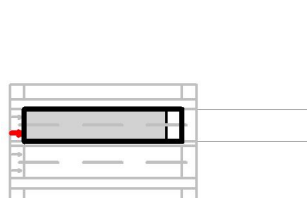
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.20	0.82	0.94	7
Valores de consigna según clase ME3c:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Tabla (L)



<b>5.958</b>	1.26	1.28	1.32	1.52	1.77	1.75	1.60	1.41	1.33	1.26
<b>4.875</b>	1.26	1.22	1.20	1.35	1.55	1.55	1.43	1.28	1.31	1.28
<b>3.792</b>	1.20	1.13	1.08	1.15	1.27	1.31	1.24	1.19	1.24	1.19
<b>2.708</b>	1.15	1.07	1.05	1.10	1.14	1.14	1.12	1.13	1.19	1.11
<b>1.625</b>	1.10	1.04	1.04	1.09	1.07	1.06	1.06	1.10	1.10	1.07
<b>0.542</b>	1.04	0.98	1.02	1.09	1.07	1.04	1.03	1.05	1.01	0.99
<b>m</b>	<b>1.455</b>	<b>4.364</b>	<b>7.273</b>	<b>10.182</b>	<b>13.091</b>	<b>16.000</b>	<b>18.909</b>	<b>21.818</b>	<b>24.727</b>	<b>27.636</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 9.125 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

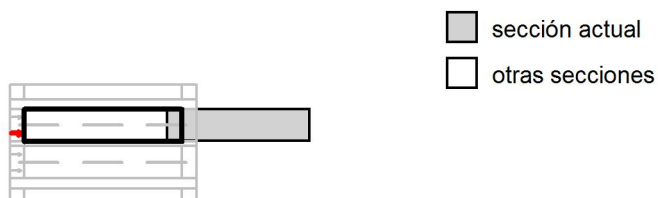
	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.20	0.82	0.94	7
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Tabla (L)



<b>5.958</b>	1.24
<b>4.875</b>	1.23
<b>3.792</b>	1.20
<b>2.708</b>	1.17
<b>1.625</b>	1.11
<b>0.542</b>	1.04
<b>m 30.545</b>	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 9.125 m, 1.500 m)

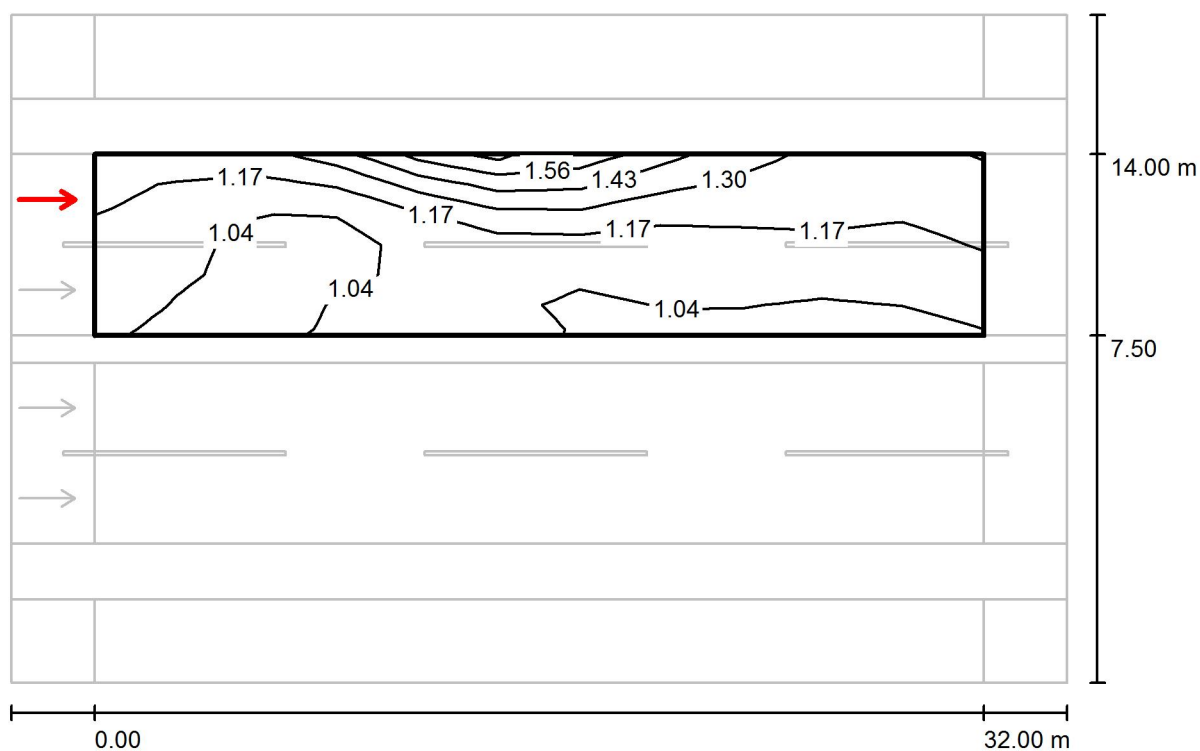
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.20	0.82	0.94	7
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/ $m^2$ , Escala 1 : 272

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 12.375 m, 1.500 m)

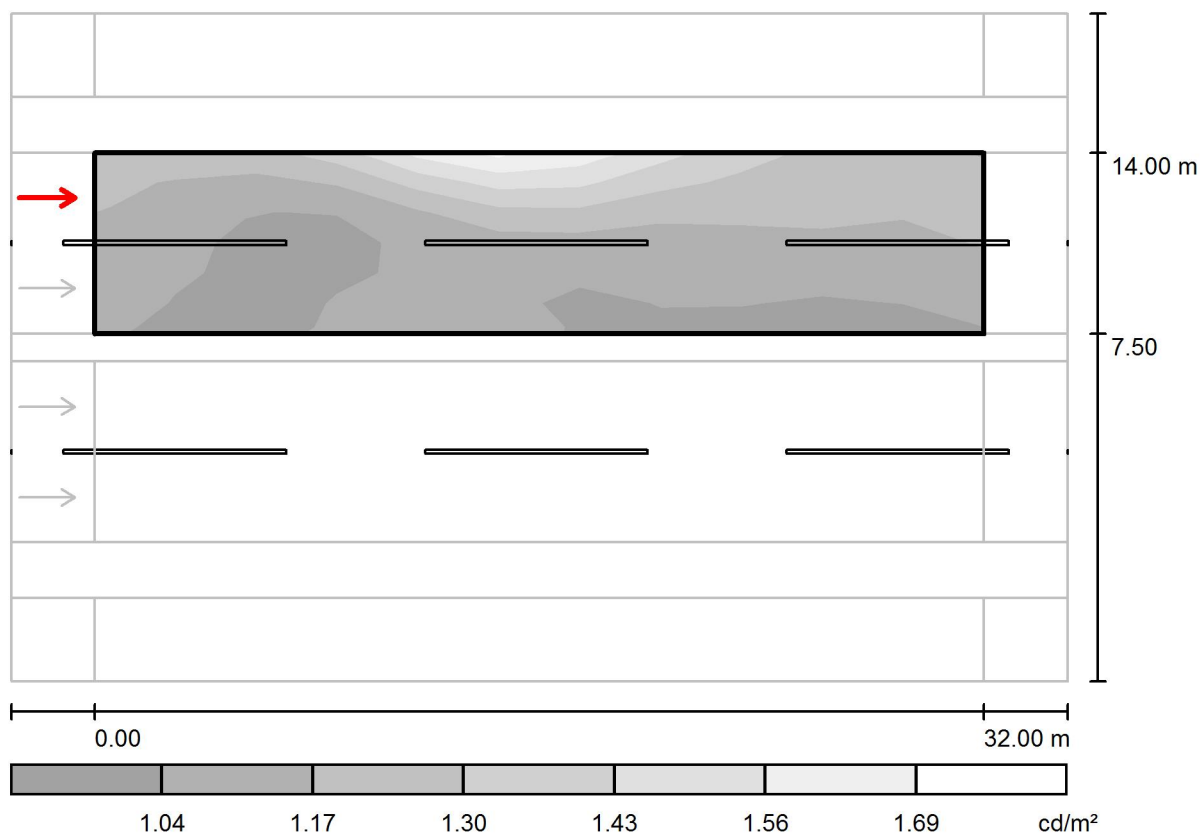
Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

	$L_m$ [ $cd/m^2$ ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.14	0.86	0.75	7
Valores de consigna según clase ME3c:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Gama de grises (L)



Escala 1 : 272

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 12.375 m, 1.500 m)

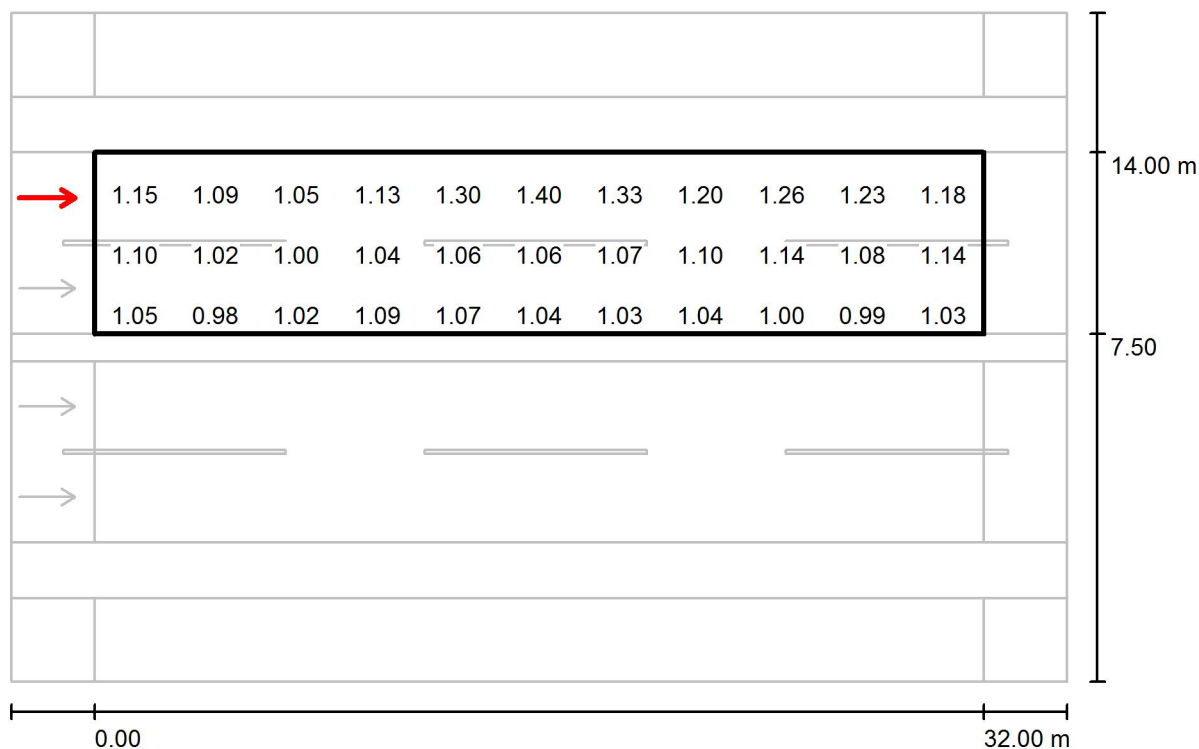
Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

	$L_m$ [ $cd/m^2$ ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.14	0.86	0.75	7
Valores de consigna según clase ME3c:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Gráfico de valores (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 272

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 12.375 m, 1.500 m)

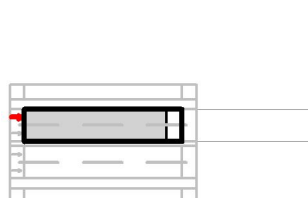
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.14	0.86	0.75	7
Valores de consigna según clase ME3c:	$\geq 1.00$	$\geq 0.40$	$\geq 0.50$	$\leq 15$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Tabla (L)



☒ sección actual  
☐ otras secciones

<b>5.958</b>	1.21	1.20	1.19	1.36	1.60	1.62	1.49	1.33	1.29	1.23
<b>4.875</b>	1.15	1.09	1.05	1.13	1.30	1.40	1.33	1.20	1.26	1.23
<b>3.792</b>	1.13	1.04	0.97	1.02	1.15	1.19	1.16	1.12	1.19	1.14
<b>2.708</b>	1.10	1.02	1.00	1.04	1.06	1.06	1.07	1.10	1.14	1.08
<b>1.625</b>	1.09	1.01	1.01	1.06	1.04	1.04	1.02	1.07	1.06	1.05
<b>0.542</b>	1.05	0.98	1.02	1.09	1.07	1.04	1.03	1.04	1.00	0.99
<b>m</b>	<b>1.455</b>	<b>4.364</b>	<b>7.273</b>	<b>10.182</b>	<b>13.091</b>	<b>16.000</b>	<b>18.909</b>	<b>21.818</b>	<b>24.727</b>	<b>27.636</b>

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 12.375 m, 1.500 m)

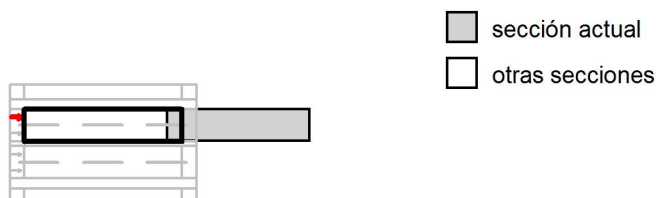
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.14	0.86	0.75	7
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Cerro Del Rubal / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Tabla (L)



5.958	1.20
4.875	1.18
3.792	1.18
2.708	1.14
1.625	1.09
0.542	1.03
<b>m 30.545</b>	

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 11 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 12.375 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.14	0.86	0.75	7
Valores de consigna según clase ME3c:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

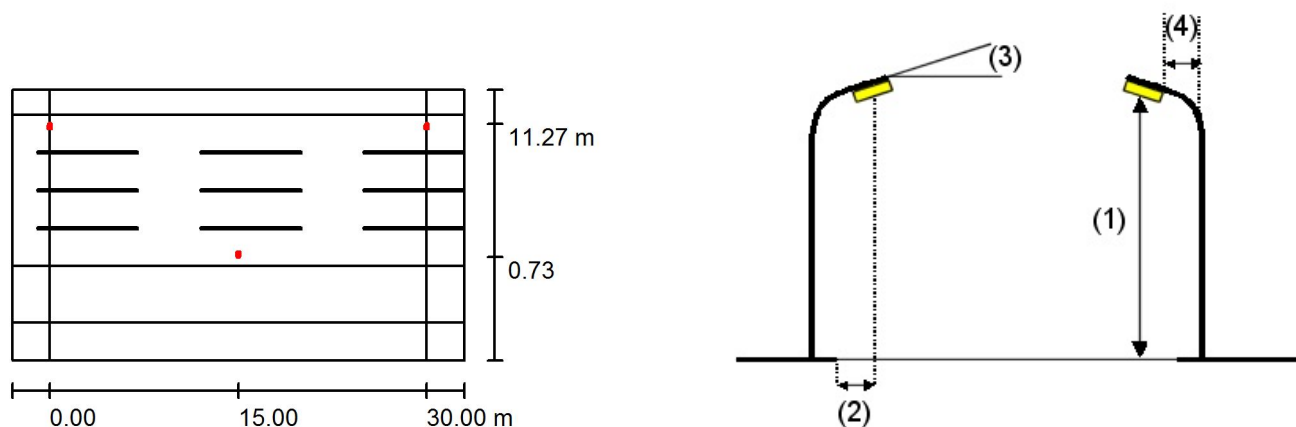
## Avenida Comunidades Europa / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 12.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 4, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 4.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 3.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



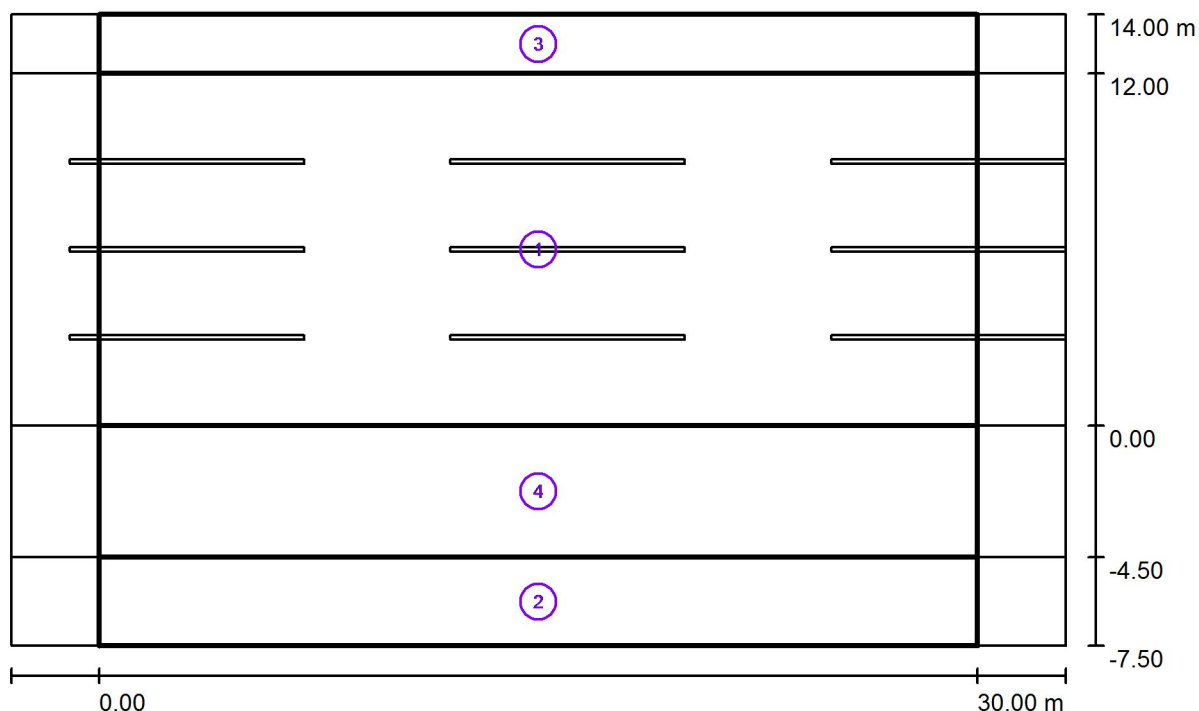
Luminaria:	Disano 3281 Rolle - T2 Disano 3281 14 LED - T2 -530mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	9351 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	9351 lm
Potencia de las luminarias:	89.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.978 m
Altura del punto de luz:	9.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	1.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 373 cd/klm  
con 80°: 32 cd/klm  
con 90°: 0.00 cd/klm  
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).  
Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.  
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G4.  
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Comunidades Europa / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:258

### Lista del recuadro de evaluación

#### 1 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 12.000 m

Trama: 10 x 8 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE2

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	U0
26.09	0.61
$\geq 20.00$	$\geq 0.40$
✓	✓



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Comunidades Europa / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 3.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

5.07

$E_{min}$  [lx]

3.86

Valores de consigna según clase:

$\geq 5.00$

$\geq 1.00$

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

#### 3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

14.46

$E_{min}$  [lx]

9.77

Valores de consigna según clase:

$\geq 10.00$

$\geq 3.00$

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

#### 4 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 4.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

10.68

$E_{min}$  [lx]

6.63

Valores de consigna según clase:

$\geq 10.00$

$\geq 3.00$

Cumplido/No cumplido:

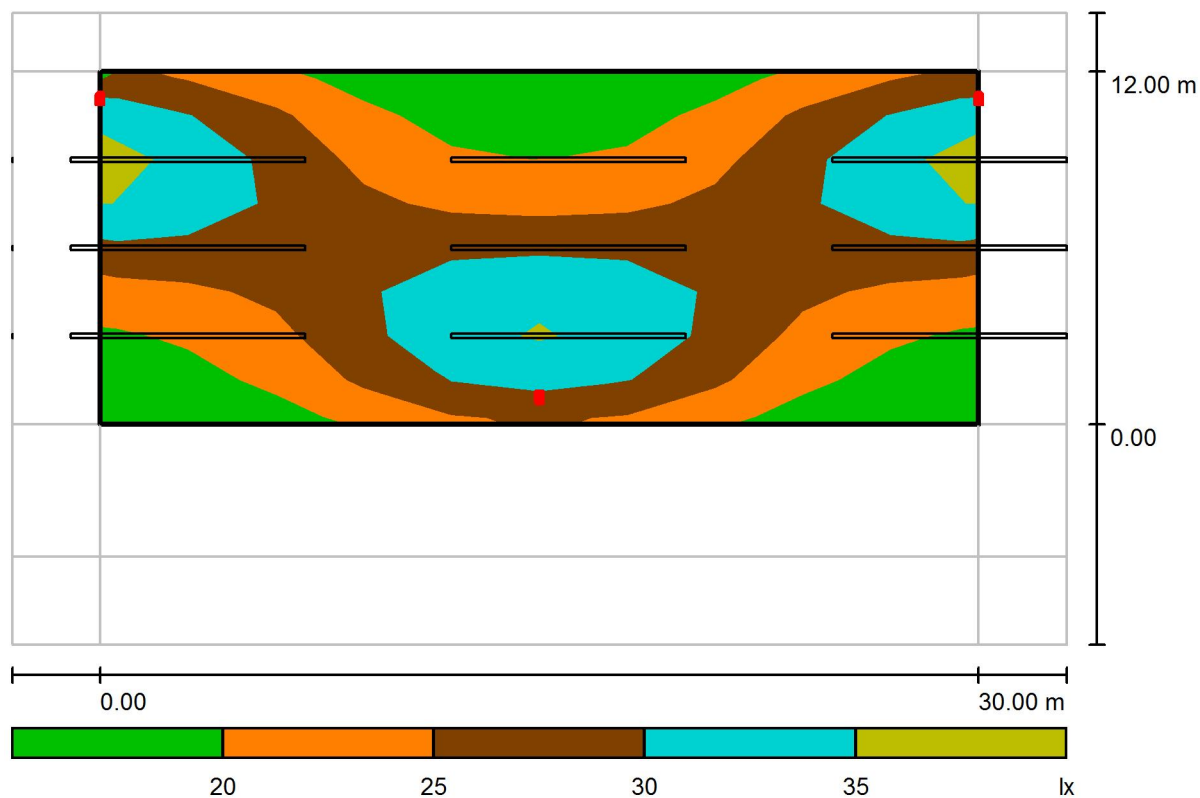
✓

✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Comunidades Europa / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
26

$E_{min}$  [lx]  
16

$E_{max}$  [lx]  
35

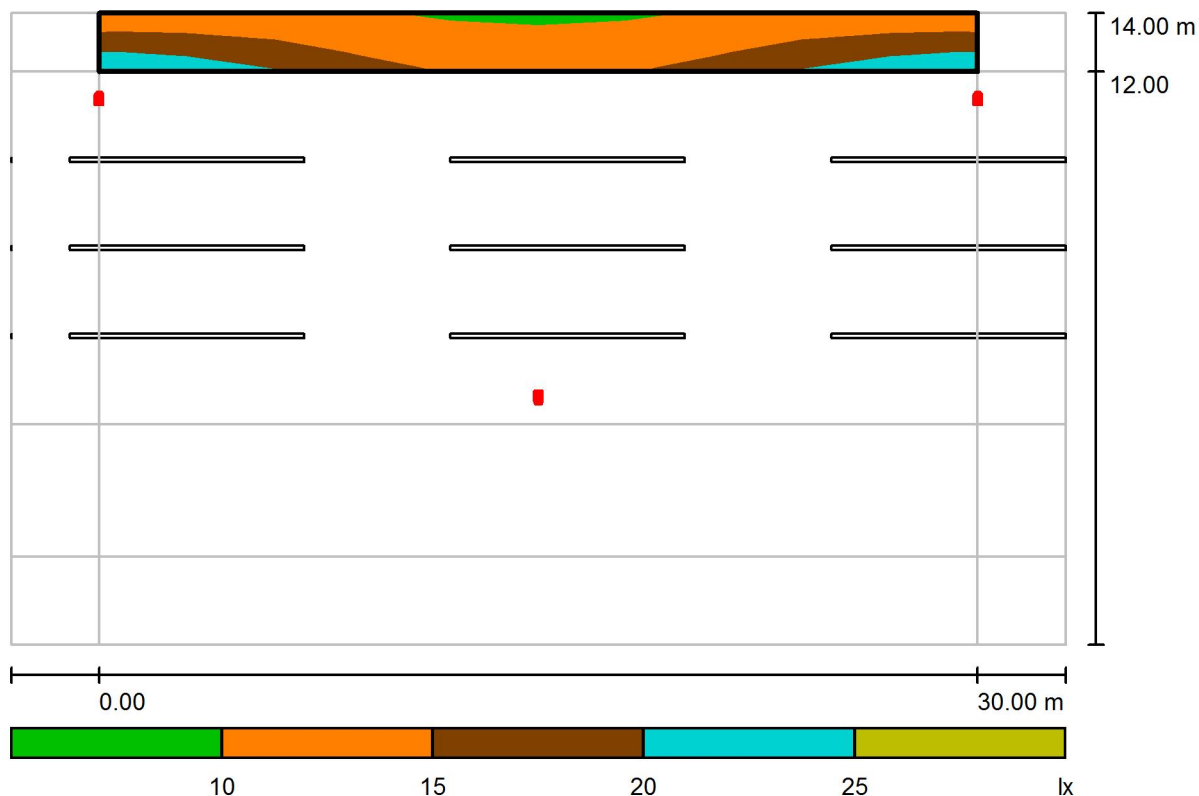
$E_{min} / E_m$   
0.612

$E_{min} / E_{max}$   
0.451

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Comunidades Europa / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
14

$E_{min}$  [lx]  
9.77

$E_{max}$  [lx]  
22

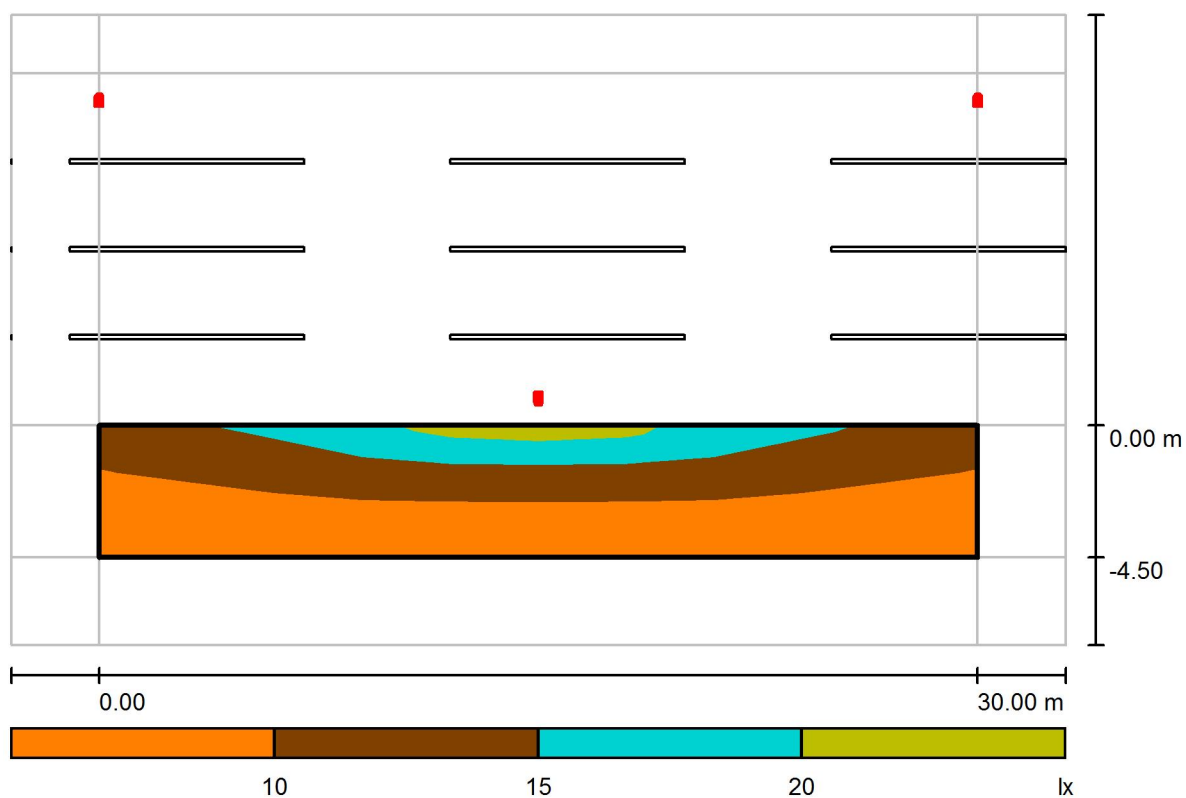
$E_{min} / E_m$   
0.676

$E_{min} / E_{max}$   
0.439

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Avenida Comunidades Europa / Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
11

$E_{min}$  [lx]  
6.63

$E_{max}$  [lx]  
19

$E_{min} / E_m$   
0.620

$E_{min} / E_{max}$   
0.353

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto tramo normal / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

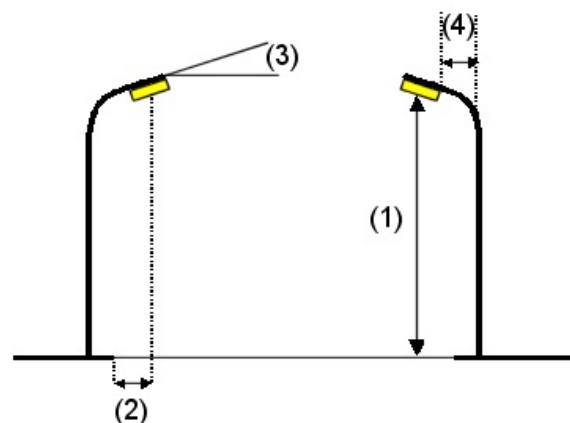
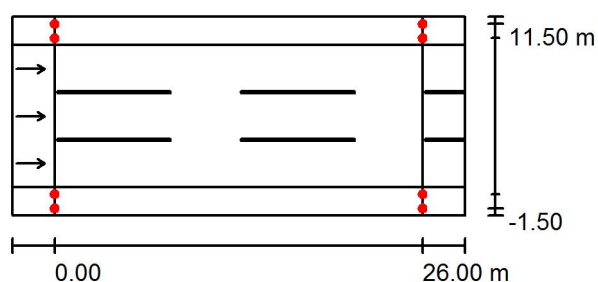
Camino peatonal 2 (Anchura: 2.000 m)

Calzada 1 (Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 3, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Camino peatonal 1 (Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias

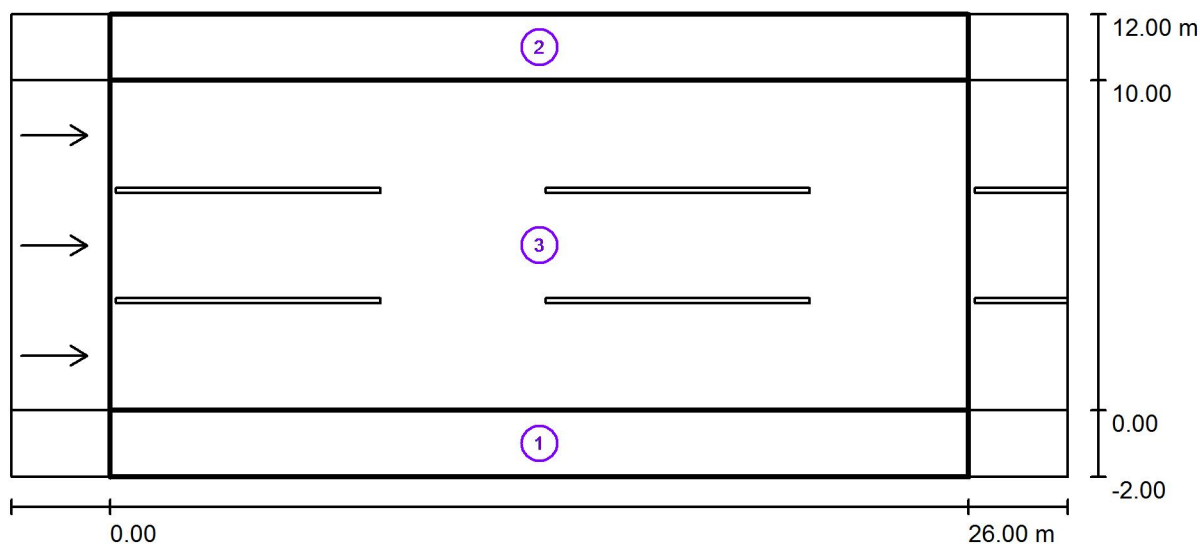


Luminaria:	Disano 3225 Sforza LED centro de la vía con lentes elípticas Disano 3225 36 led CLD CELL plata arenada+grafito	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	3873 lm	con 70°: 475 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	3873 lm	con 80°: 191 cd/klm
Potencia de las luminarias:	38.9 W	con 90°: 0.00 cd/klm
Organización:	bilateral frente a frente	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	26.000 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Altura de montaje (1):	9.000 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.
Altura del punto de luz:	8.763 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.
Saliente sobre la calzada (2):	-0.500 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto tramo normal / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:229

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	16.78	14.34
Valores de consigna según clase:	$\geq 15.00$	$\geq 5.00$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto tramo normal / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: S1 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$E_m$  [lx]

16.78

$E_{min}$  [lx]

14.34

Valores de consigna según clase:

$\geq 15.00$

$\geq 5.00$

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

#### 3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 10.000 m

Trama: 10 x 9 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3,  $q_0$ : 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME3c

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

$L_m$  [cd/m<sup>2</sup>]

1.25

U0

0.67

UI

0.82

TI [%]

10

SR

0.88

Valores de consigna según clase:

$\geq 1.00$

$\geq 0.40$

$\geq 0.50$

$\leq 15$

$\geq 0.50$

Cumplido/No cumplido:

✓

✓

✓

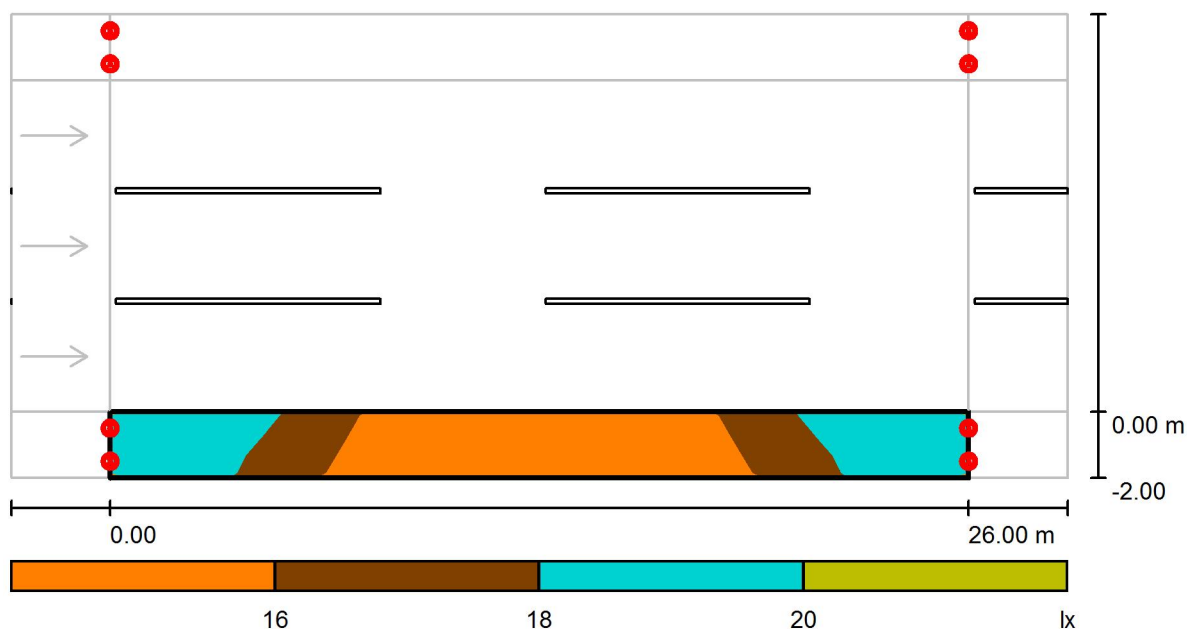
✓

✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto tramo normal / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
14

$E_{max}$  [lx]  
20

$E_{min} / E_m$   
0.854

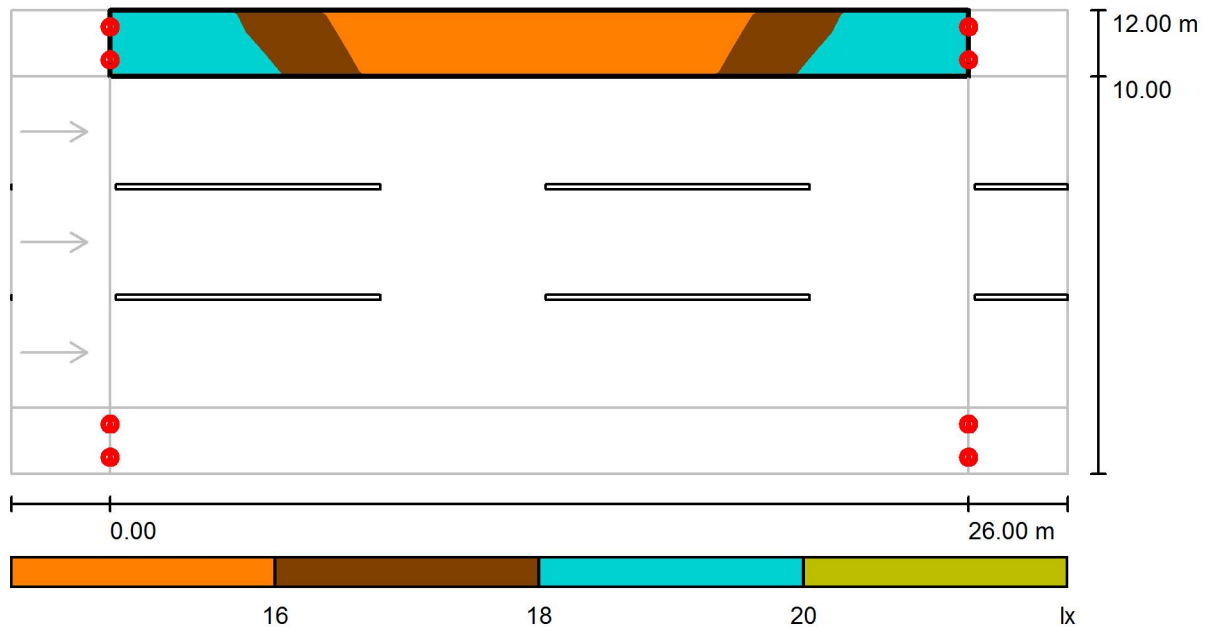
$E_{min} / E_{max}$   
0.728



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto tramo normal / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

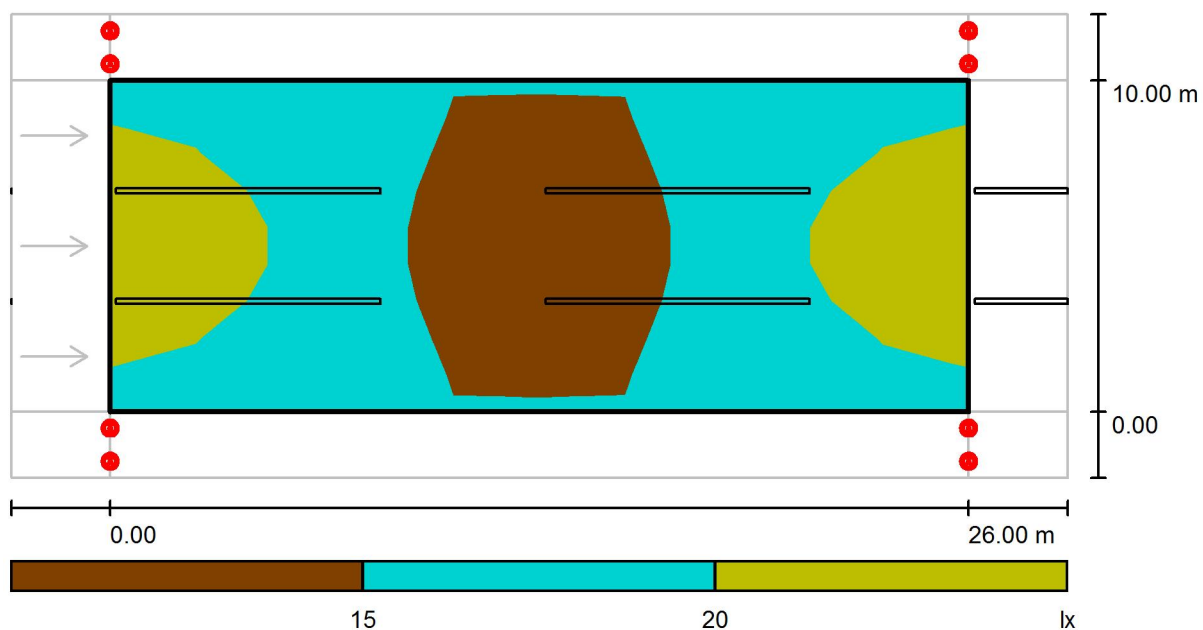
Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
17	14	20	0.854	0.728

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Pinto tramo normal / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 9 Puntos

$E_m$  [lx]  
17

$E_{min}$  [lx]  
12

$E_{max}$  [lx]  
22

$E_{min} / E_m$   
0.704

$E_{min} / E_{max}$   
0.550

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

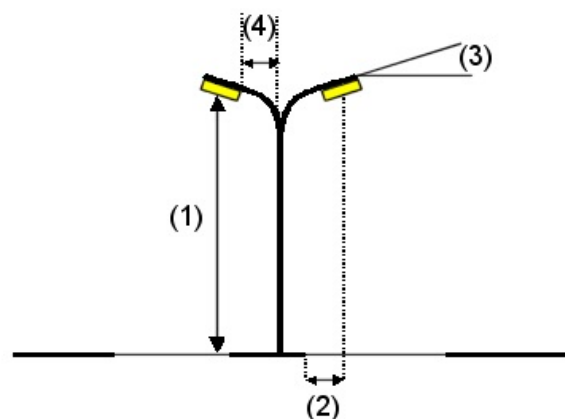
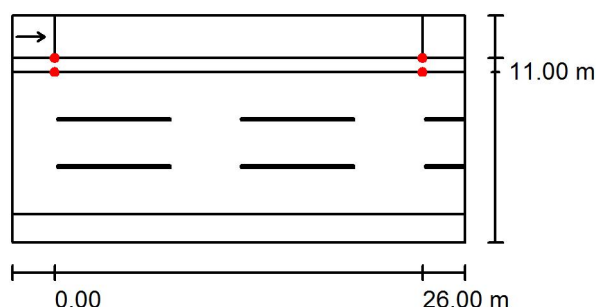
## Calle Pinto Tramo bus / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 2	(Anchura: 3.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central 1	(Anchura: 1.000 m, Altura: 0.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 10.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 3, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3225 Sforza LED centro de la vía con lentes elípticas Disano 3225 36 led CLD CELL plata arenada+grafito
Flujo luminoso (Luminaria):	3873 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	3873 lm
Potencia de las luminarias:	38.9 W
Organización:	sobre arcén central
Distancia entre mástiles:	26.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	8.763 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	0.499 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 475 cd/klm

con 80°: 191 cd/klm

con 90°: 0.00 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.

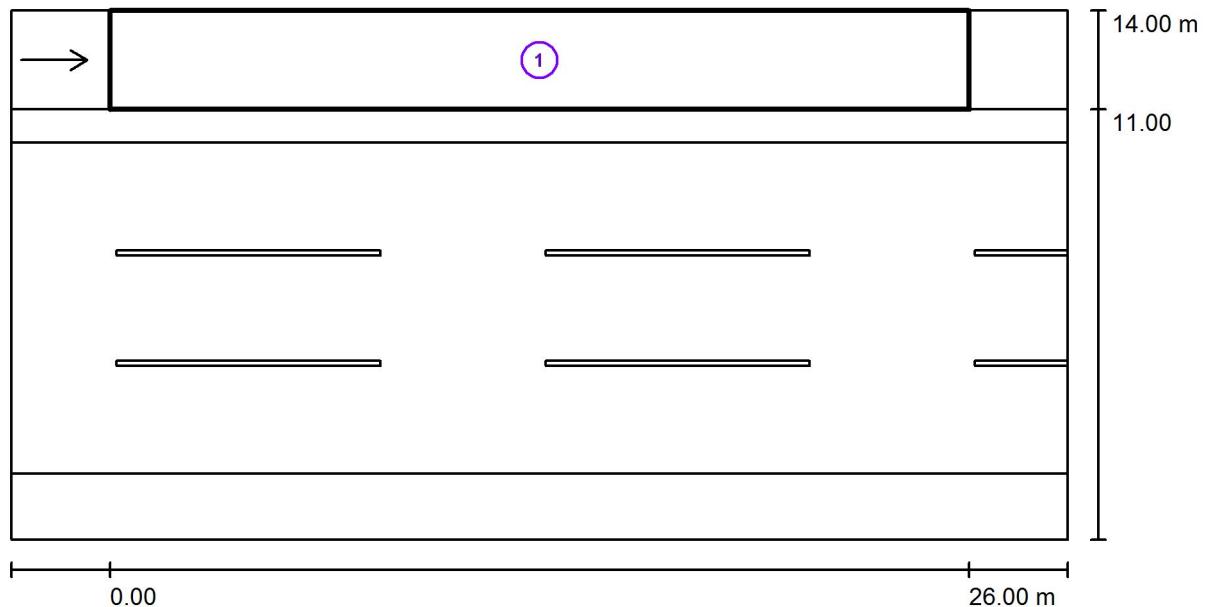
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Pinto Tramo bus / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:229

### Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 2  
Longitud: 26.000 m, Anchura: 3.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME4a

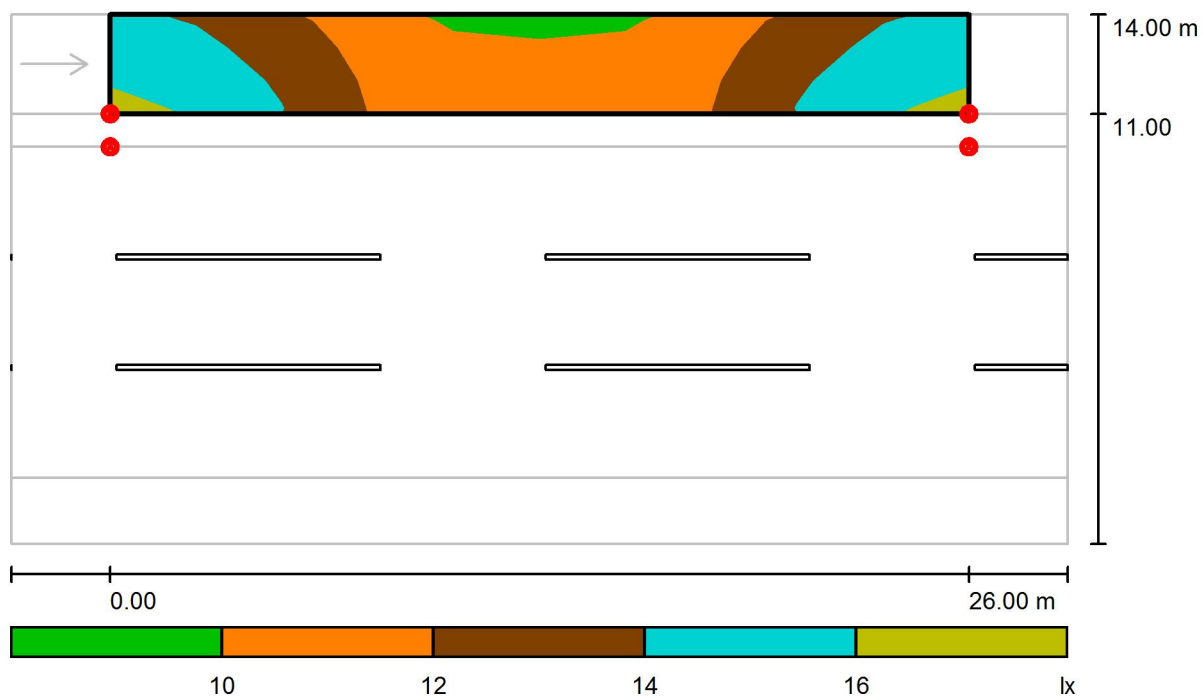
(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.17	0.70	0.77	9	0.96
Valores de consigna según clase:	$\geq 0.75$	$\geq 0.40$	$\geq 0.60$	$\leq 15$	$\geq 0.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Pinto Tramo bus / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
13

$E_{min}$  [lx]  
9.77

$E_{max}$  [lx]  
16

$E_{min} / E_m$   
0.772

$E_{min} / E_{max}$   
0.614

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

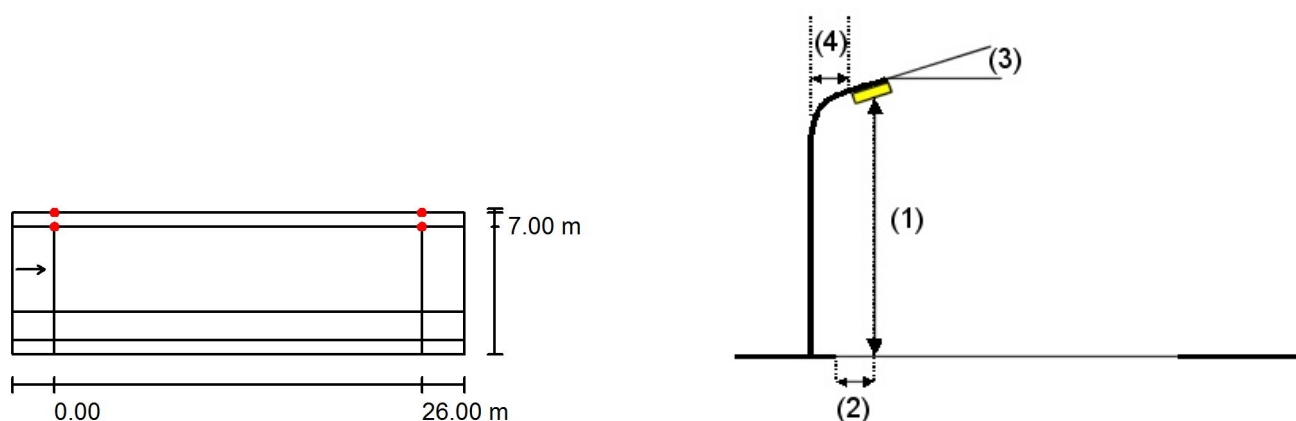
## Calle Paris tramo Sforza / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias

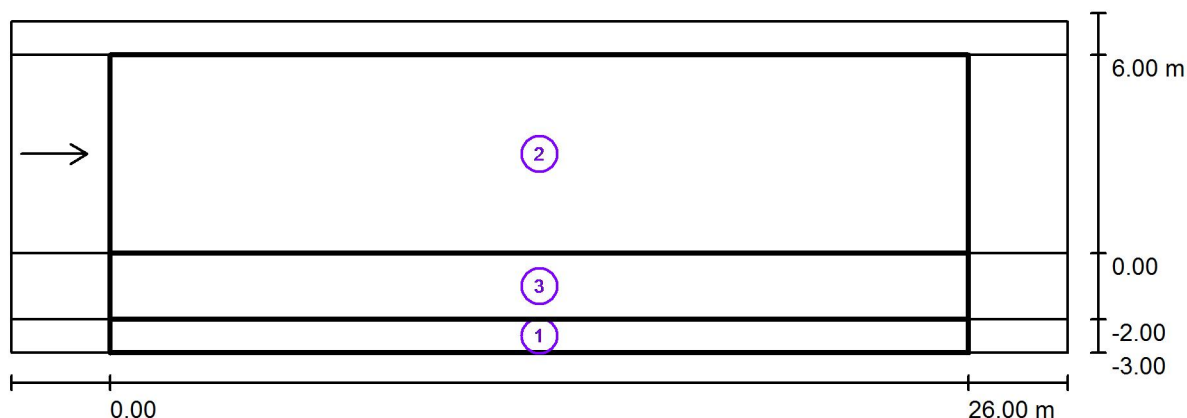


Luminaria:	Disano 3225 Sforza LED centro de la vía con lentes elípticas Disano 3225 36 led CLD CELL plata arenada+grafito	
Flujo luminoso (Luminaria):	3873 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica con 70°: 475 cd/klm con 80°: 191 cd/klm con 90°: 0.00 cd/klm Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento). Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G1. La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4.
Flujo luminoso (Lámparas):	3873 lm	
Potencia de las luminarias:	38.9 W	
Organización:	unilateral arriba	
Distancia entre mástiles:	26.000 m	
Altura de montaje (1):	9.000 m	
Altura del punto de luz:	8.763 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.001 m	
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Sforza / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:229

### Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
Longitud: 26.000 m, Anchura: 1.000 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
5.25	4.32
$\geq 5.00$	$\geq 1.00$
✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Sforza / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 6.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.91	0.48	0.88	9	0.85
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1.

Clase de iluminación seleccionada: S4

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

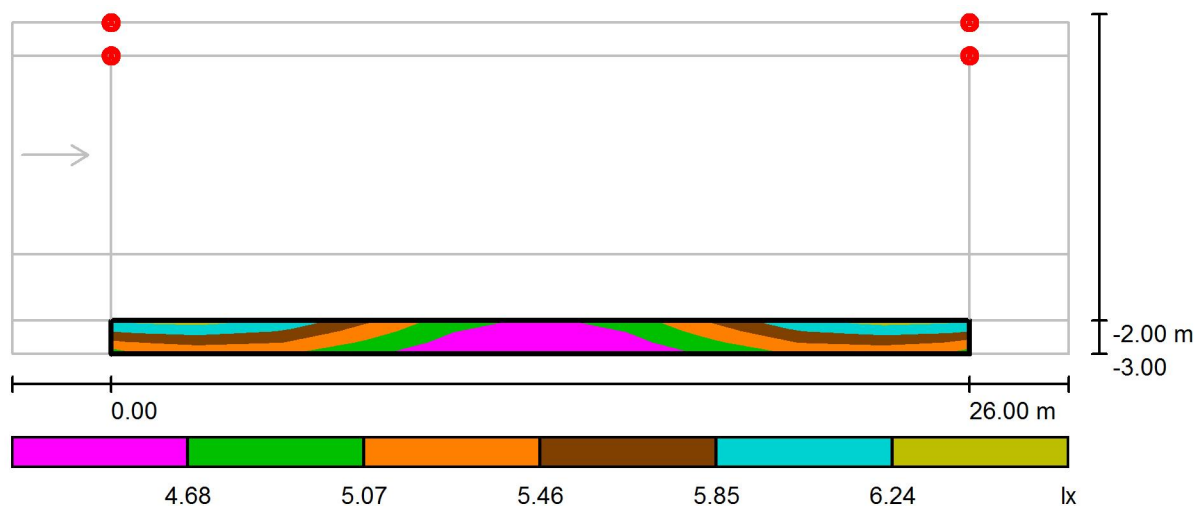
	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	6.84	4.81
Valores de consigna según clase:	≥ 5.00	≥ 1.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Sforza / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
5.25

$E_{min}$  [lx]  
4.32

$E_{max}$  [lx]  
6.26

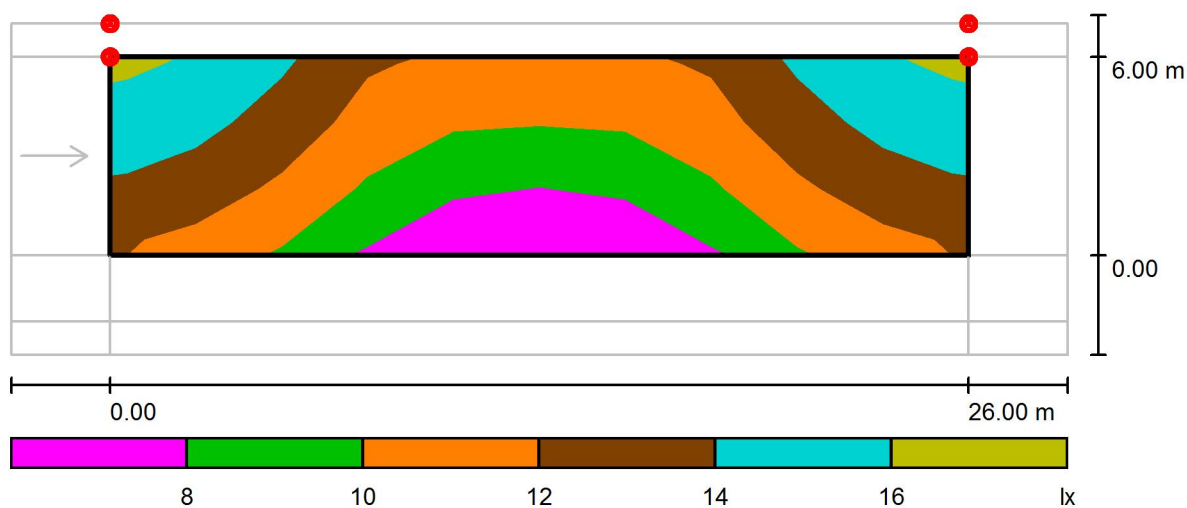
$E_{min} / E_m$   
0.823

$E_{min} / E_{max}$   
0.690

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Paris tramo Sforza / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
11

$E_{min}$  [lx]  
6.67

$E_{max}$  [lx]  
16

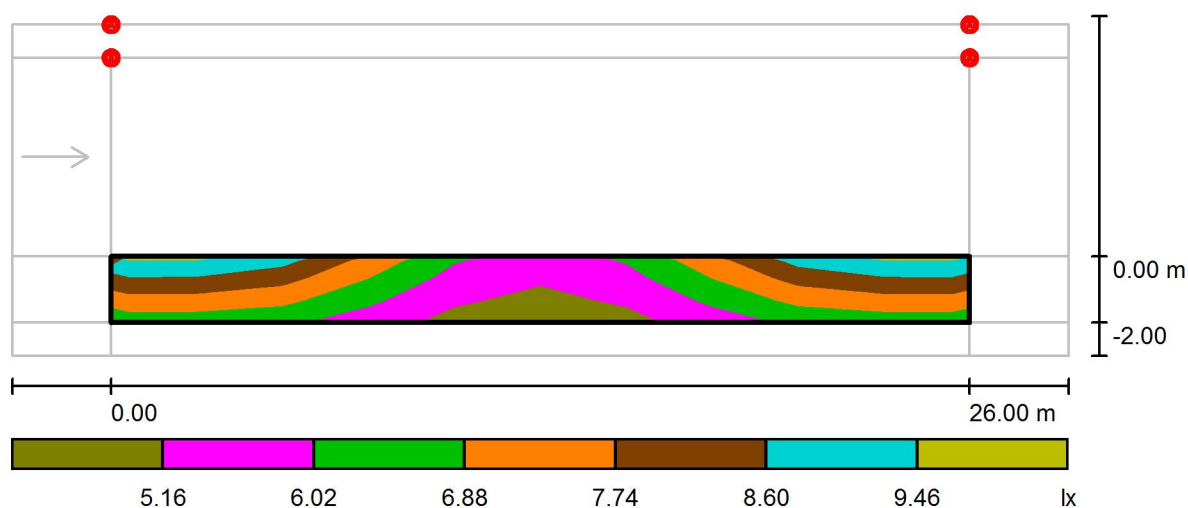
$E_{min} / E_m$   
0.582

$E_{min} / E_{max}$   
0.428

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Sforza / Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
6.84

$E_{min}$  [lx]  
4.81

$E_{max}$  [lx]  
9.11

$E_{min} / E_m$   
0.703

$E_{min} / E_{max}$   
0.528

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

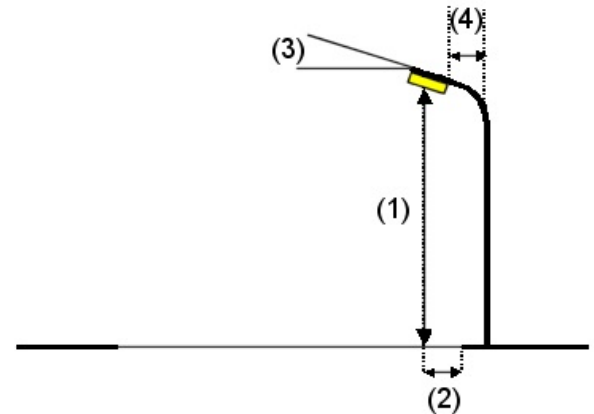
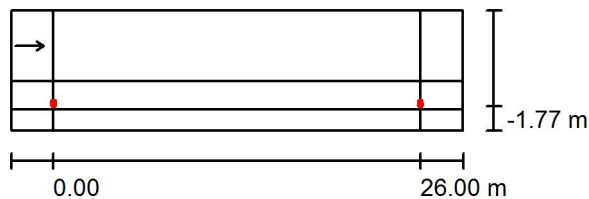
## Calle Paris tramo Rolle / Datos de planificación

### Perfil de la vía pública

Calzada 1	(Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.84

### Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	Disano 3284 Rolle - T5 Disano 3284 14 LED - T5 -350mA CLD CELL plata est.
Flujo luminoso (Luminaria):	6954 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	6954 lm
Potencia de las luminarias:	58.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	26.000 m
Altura de montaje (1):	9.000 m
Altura del punto de luz:	9.069 m
Saliente sobre la calzada (2):	-1.500 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	2.000 m

Valores máximos de la intensidad lumínica  
con 70°: 471 cd/klm  
con 80°: 79 cd/klm  
con 90°: 6.94 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

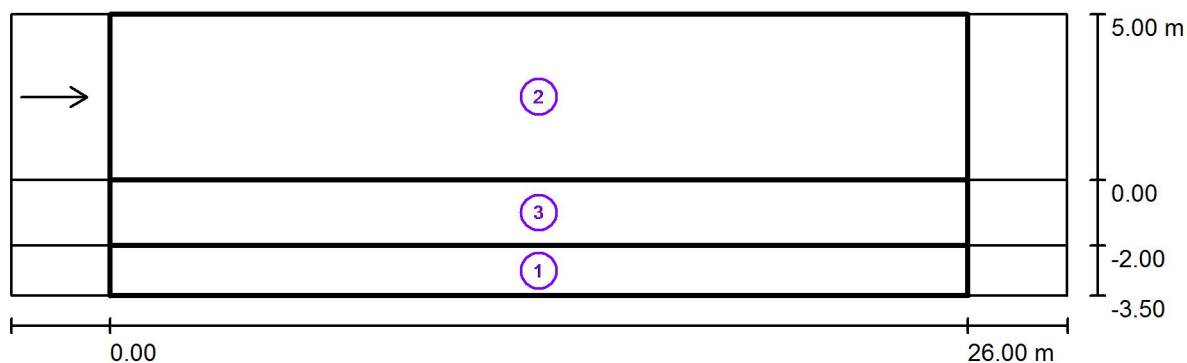
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Rolle / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.84

Escala 1:229

### Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1  
Longitud: 26.000 m, Anchura: 1.500 m  
Trama: 10 x 3 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.  
Clase de iluminación seleccionada: S3 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	10.20	7.48
Valores de consigna según clase:	$\geq 7.50$	$\geq 1.50$
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Rolle / Resultados luminotécnicos

### Lista del recuadro de evaluación

#### 2 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 5.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.88	0.69	0.88	5	0.80
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

#### 3 Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1

Longitud: 26.000 m, Anchura: 2.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Carril de estacionamiento 1.

Clase de iluminación seleccionada: S2

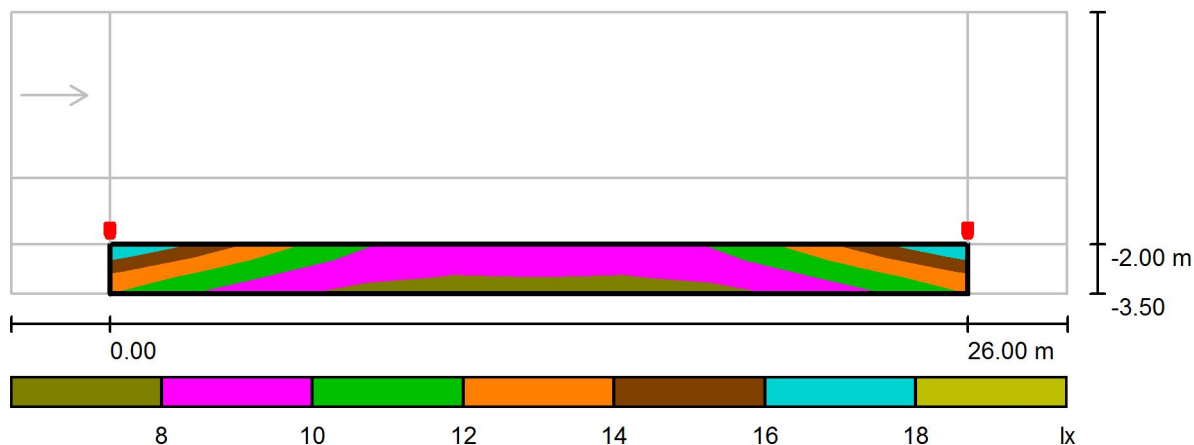
(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
Valores reales según cálculo:	13.83	9.35
Valores de consigna según clase:	≥ 10.00	≥ 3.00
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Rolle / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
10

$E_{min}$  [lx]  
7.48

$E_{max}$  [lx]  
16

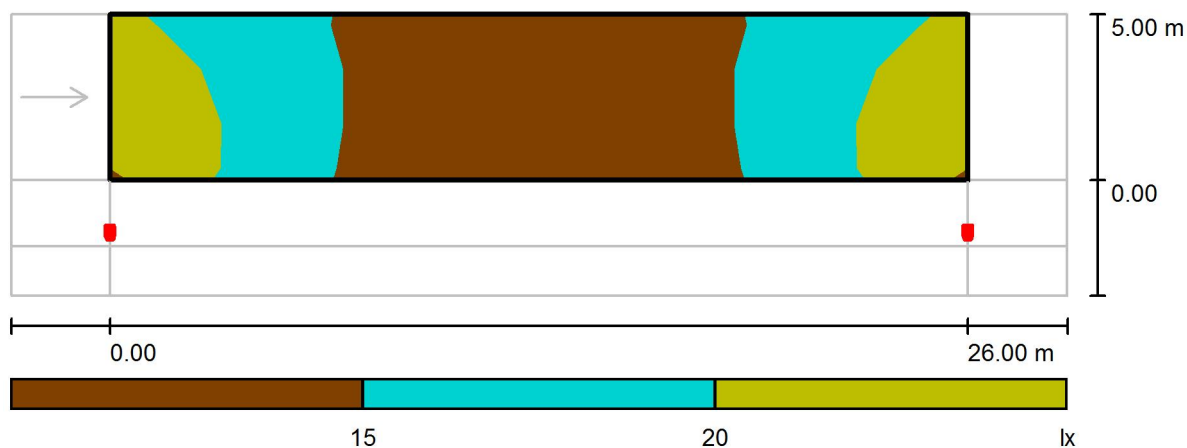
$E_{min} / E_m$   
0.733

$E_{min} / E_{max}$   
0.460

Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

### Calle Paris tramo Rolle / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
16

$E_{min}$  [lx]  
10

$E_{max}$  [lx]  
23

$E_{min} / E_m$   
0.647

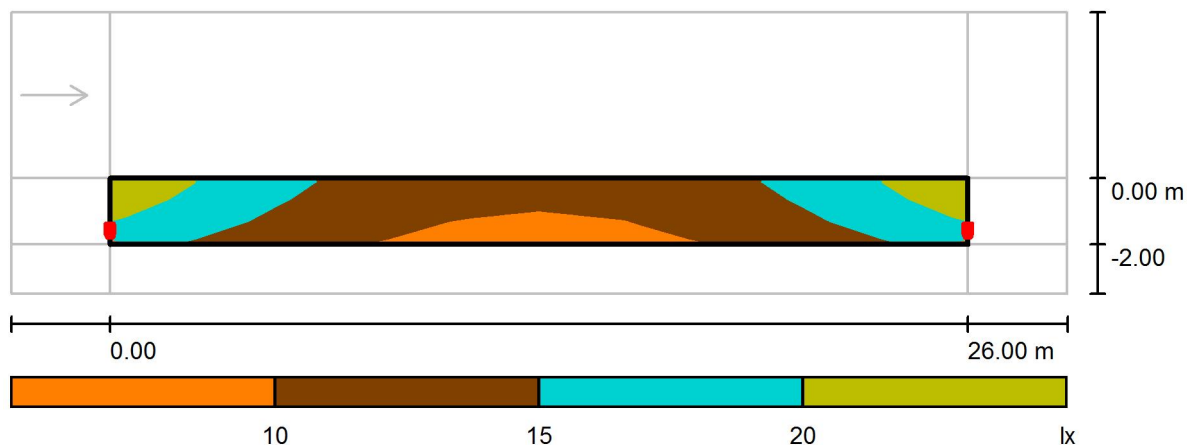
$E_{min} / E_{max}$   
0.447



Universidad Carlos III Madrid  
Avenida de la Universidad S/N

Proyecto elaborado por Sergio Calvo González  
Teléfono 658829530  
Fax  
e-Mail 100282456@alumnos.uc3m.es

## Calle Paris tramo Rolle / Recuadro de evaluación Carril de estacionamiento 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 229

Trama: 10 x 3 Puntos

$E_m$  [lx]  
14

$E_{min}$  [lx]  
9.35

$E_{max}$  [lx]  
21

$E_{min} / E_m$   
0.676

$E_{min} / E_{max}$   
0.435

## **ANEXO II. PRESUPUESTO**

En el siguiente anexo se expone el documento oficial de presupuestos de luminarias presentado por la empresa ARTELEC SL.

Serie	Número	Fecha	Cód.Client	Teléfono	Descripción del presupuesto	Página
01	0000004487	01/06/15	00000001			1

Referencia	Denominación	Uds	Precio	%Dto	ImporteEUR
DSN33040800	3280 ROLLE 14X540LM CLD CELL PLATA ARENA	67,00	588,0000		39.396,00
DSN33040500	3280 ROLLE 14X810LM CLD CELL PLATA ARENA	3,00	588,0000		1.764,00
DSN33041500	3281 ROLLE 14X810LM CLD CELL PLATA ARENA	28,00	588,0000		16.464,00
DSN33041400	3281 ROLLE 10X810LM CLD CELL PLATA ARENA	11,00	588,0000		6.468,00
DSN33044800	3284 ROLLE 14X594LM CLD CELL PLATA ARENA	10,00	588,0000		5.880,00
DSN33044500	3284 ROLLE 14X810LM CLD CELL PLATA ARENA	50,00	588,0000		29.400,00
DSN33043500	3283 ROLLE 14X810LM CLD CELL PLATA ARENA	29,00	588,0000		17.052,00
DSN33043200	3283 ROLLE 14X980LM CLD CELL PLATA ARENA	8,00	588,0000		4.704,00
DSN32711100	3223 SFORZA 48X213LM CLD CELL PLATA GRA	42,00	969,0000		40.698,00
Partida	Partida 1				161.826,00

Bruto	% Dto	Importe Dto.	% Recargo	Importe recargo	Observaciones
161.826,00					
Base Imponible	% I.V.A.	Importe I.V.A.	% R.E.	Importe R.E.	TOTAL PRESUPUESTO 195.809,46EUR
161.826,00	21,00	33.983,46			

### **ANEXO III. HOJAS DE CÁLCULO INVERSIÓN**

En este anexo se presentan las hojas de cálculo usadas para el cálculo de la recuperación de la inversión, así como de los flujos de caja originados por este proyecto.

## HOJA DE CÁLCULO COSTE MANTENIMIENTO LÁMPARAS

[illegible]

## HOJA DE CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN

[illegible]